

# Melhorar o empenho dos alunos através do uso da aprendizagem baseada em projetos: um estudo de caso em Engenharia de Software

Paula Morais, Maria João Ferreira, Bruno Veloso

**Title**—Improving student’s engagement with project-based learning: a case study in Software Engineering

**Abstract**— In the area Information and Communication Technologies, in addition to the problem of engagement, students often have difficulties in learning subjects related to modeling and programming. The reasons for these difficulties are well known and described in the literature, pointing to difficulties in abstraction and logic. Knowing the value of flexible and personalised learning, teachers are changing the way they teach, using different active learning methodologies, such as: flipped classroom, project-based learning and peer instruction.

This paper describes an experiment conducted to improve the learning experiences of the students enrolled in a Computer Science bachelor’s degree course, attending three curricular units: Information Systems Development, Data Structures and Web Languages and Technologies.

The approach followed by the teachers, used project-based learning as an active learning methodology. This methodology was used to achieve four main objectives: (i) improve student’s engagement; (ii) improve learning outcomes achievement (iii) increase the course success rate and (iv) allow students to experience the need for the software development lifecycle, feeling that software engineering is not a block-based process but dependent on previous activity, often leading to the need to go back in the process.

The results obtained with the use of the active methodology were well accepted by the students and allowed to reach the proposed objectives.

**Index Terms**— Students Engagement, Project-based Learning, PBL, Active Learning, Software Engineering, Requirements Engineering.

## I. INTRODUÇÃO

É amplamente reconhecido que as necessidades dos alunos de hoje são diferentes das do passado. As salas de aula tradicionais, nas quais os alunos se sentam em filas para ouvir os professores, foram desenhadas para que estes pudessem transmitir a informação aos alunos. Hoje em dia, com a informação acessível em qualquer lugar, o papel do professor tem que ir para além de transmissor de informação.

Manuscrito recebido no dia 1 de Agosto de 2019; revisto em 17 de Abril de 2020; aceite em 29 de Maio de 2020.

Paula Morais, Universidade Portucalense, Porto, Portugal, [pmorais@upt.pt](mailto:pmorais@upt.pt) (<https://orcid.org/0000-0002-0039-3532>).

Maria João Ferreira, Universidade Portucalense, Porto, Portugal, [mjoao@upt.pt](mailto:mjoao@upt.pt) (<https://orcid.org/0000-0003-4274-8845>).

Bruno Veloso, Universidade Portucalense, Porto, Portugal, [brunov@upt.pt](mailto:brunov@upt.pt) (<https://orcid.org/0000-0001-7980-0972>).

Nas sessões presenciais tradicionais em sala de aula, os alunos tendem a perder o interesse, apesar de todo o esforço do professor. Face a esta realidade, as instituições procuram estratégias para envolver os jovens e minimizar o impacto dessa mudança de paradigma.

Conhecendo o potencial das estratégias de aprendizagem ativa, os professores estão a mudar a maneira como ensinam, usando diferentes metodologias de ensino e aprendizagem, como por exemplo, sala de aula invertida, aprendizagem baseada em problemas e projetos e instrução por pares [1-11]. Estas estratégias partilham o objetivo comum de aumentar o envolvimento dos alunos, levando-os a fazer coisas, participando ativamente, e a pensar sobre as coisas que fazem.

Na área das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), além do problema do empenho, os alunos apresentam, muitas vezes, dificuldades de aprendizagem de temas relacionados com a modelação e programação. As razões destas dificuldades são bem conhecidas e descritas na literatura, apontando para dificuldades na abstração e lógica. Estes problemas resultam em altas taxas de insucesso. Nesta área, os professores têm, também, vindo a adotar diferentes estratégias para minimizar os problemas referidos [12-14].

Este artigo descreve uma experiência de utilização da aprendizagem baseada em projetos, realizada para melhorar as experiências de aprendizagem dos alunos matriculados num curso de licenciatura em Informática, frequentando três unidades curriculares (UCs) do primeiro semestre do segundo ano curricular, nomeadamente: Desenvolvimento de Sistemas de Informação (DSI), Estruturas de Dados (ED) e Linguagens e Tecnologias Web (LTW).

A selecção das unidades curriculares acima mencionadas, considerou os respetivos resultados de aprendizagem e programas, que cobrem parte do ciclo de desenvolvimento de software, nomeadamente engenharia de requisitos e desenvolvimento de aplicações, tendo, também, como objectivo importante que os alunos compreendessem a interligação e dependência entre as UCs no plano curricular.

O artigo está estruturado da seguinte forma: as seções II e III fazem um enquadramento teórico, apresentando as principais dificuldades que os alunos sentem ao aprender temas de engenharia de software e discutindo o uso de diferentes metodologias de aprendizagem para melhorar o empenho e desempenho dos alunos; a seção IV apresenta a metodologia, a V descreve o contexto e os objetivos do estudo de caso; a seção VI apresenta uma análise dos resultados; e finalmente na seção VII as principais conclusões estão

expostas.

## II. DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM NA ENGENHARIA DE SOFTWARE

Com a intensa competitividade e os rápidos desenvolvimentos na indústria de software os atuais empregadores procuram Engenheiros de Software que possuam competências técnicas e comportamentais, como criatividade, pensamento crítico, liderança e comunicação [15, 16]. Sendo algumas destas competências aferidas por parte dos empregadores, através de exemplos de realização de projetos académicos desafiadores que exigiram, entre outros, trabalho em equipe e pensamento crítico. Assim, um curso com foco na Engenharia de Software (ES) deve promover o conhecimento dos estudantes nos principais tópicos da ES e em simultâneo deve procurar desenvolver as competências comportamentais, também designadas na literatura por "*soft skills*".

De acordo com Vogler, et al. [15], e como referido, as *soft skills* diferem das *hard skills*. As *hard skills* no contexto apresentado dizem respeito ao cognitivo, conhecimento relacionado ao conteúdo e conjuntos de habilidades técnicas. Por seu lado as *soft skills* incluem capacidade de colaborar com os outros, comunicar claramente, liderar de forma eficaz e resolver, criativamente, problemas e desafios. E, embora relevantes para todas as áreas de conhecimento, as *soft skills* são, particularmente, relevantes nos campos de tecnologia/engenharia bem como para as profissões que irão surgir no século XXI.

Preparar os estudantes para uma carreira bem-sucedida de ES passa pela formação em Engenharia de Requisitos (ER) e programação, enfatizadas nas *guidelines* de currículos da ACM/IEEE [17] e standardizadas na norma ISO/IEC/IEEE 12207:2017 Systems and SR.

Neste contexto, a literatura demonstra que uma das tarefas mais complexas é o ensino de conteúdos programáticos que impliquem abstração por parte dos estudantes, nomeadamente na ER e programação [18].

A ER não é uma atividade simples, quer em contexto de ensino-aprendizagem, quer em contexto real [19]. A ER comporta em si mesma várias atividades - eliciação, análise, modelação e especificação, validação e gestão de requisitos [20], cujo objetivo é expressar, através de um documento de especificação de requisitos, a finalidade e a funcionalidade de um sistema de software [21, 22]. Assim, reunir, compreender, analisar e especificar um conjunto de requisitos requer técnicas sistemáticas, quantificáveis e repetíveis que assegurem integridade, consistência e relevância dos requisitos, tarefas em que os estudantes apresentam dificuldades, dado, por um lado, a natureza multidisciplinar da ER em termos técnicos, e por outro, a necessidade do recurso a *soft skills*, as quais os estudantes muitas vezes não possuem e têm resistência em desenvolver. Neste contexto, ensinar ER partindo, apenas, de descrições de problemas, como uma base para a construção de especificações de requisitos, não é suficiente; é necessário fornecer aos estudantes formas de recolher informação dos "donos" do produto a desenvolver. Para tal existe a necessidade de os estudantes interagirem com esses mesmos atores [13]. Paralelamente, um outro desafio na ER é a modelação da qual resultam os modelos [23]. "*Models provide abstract representations of software systems that allow software engineers to focus on high-level artefacts and their relationships while ignoring the implementation details of the*

*system*" [23]. A modelação é uma tarefa complexa de abstração que inclui interação e discussão. Geralmente, são necessárias várias iterações para se obter modelos que satisfaçam os requisitos, sendo necessárias "discussões" entre os estudantes e entre estudantes e professor até ser atingida a solução pretendida [18]. Para Berre et al. [23] os problemas em ER são: (1) os alunos têm uma noção muito limitada da utilidade da modelação, uma vez que os modelos são abstratos; (2) os modelos são intangíveis comparando com a codificação que dá aos alunos um feedback imediato do seu trabalho; (3) muitas entrevistas de trabalho exigem que os alunos tenham fortes competências de programação, sendo dada menos ênfase às técnicas de modelação o que desestimula os alunos a aprender modelação.

Contudo, o ensino da programação, de acordo com a literatura, tem sido, ao longo dos anos, uma tarefa igualmente difícil e complexa. A abstração necessária para a interpretação dos problemas e a sistematização dos processos de resolução de problemas são complexos, sendo estes um dos maiores desafios propostos aos estudantes e os mais problemáticos; como comprovado pelas elevadas taxas de reprovação em unidades curriculares (UC) vocacionadas para estas temáticas [24, 25].

Neste quadro surge a necessidade de introduzir metodologias de aprendizagem mais atrativas e utilizar problemas do mundo real [26, 27], no sentido de minimizar as dificuldades enunciadas. Os estudantes devem ser confrontados com problemas da vida real e os professores, ou os pares, devem auxiliar na procura da informação necessária para a sua resolução.

Para além do exposto, para melhorar os resultados de aprendizagem em UCs relacionadas com a concetualização de SI e com programação, os estudantes precisam interagir com o ambiente de aprendizagem através de diferentes formas, como falar, ouvir, ler, escrever, experimentar e pensar sobre seus próprios conhecimentos. Estratégias de aprendizagem ativa levam a que professores e estudantes participem ativamente no ambiente de aprendizagem, a fim de explorar, experimentar, testar e aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula para resolver problemas da vida real e, assim, desenvolverem as competências *hard e soft*, objetivo máximo do processo ensino e aprendizagem [28].

## III. ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA

O paradigma de ensino tradicional, baseado no método expositivo, permite aos alunos serem passivos na sala de aula. Este comportamento faz com que a aprendizagem dos alunos dependa da transcrição, memorização e repetição, não desenvolvendo o pensamento crítico e não se empenhando no processo de aprendizagem. Esta realidade que origina altas taxas de insucesso, tem feito com que as instituições adotem diferentes estratégias para envolver ativamente os alunos no processo de aprendizagem.

Neste contexto, as Instituições de Ensino Superior (IES) estão, cada vez mais, a recorrer ao uso de estratégias de aprendizagem ativa nas salas de aula, mudando o paradigma de um foco no ensino para um foco na aprendizagem.

De acordo com [8], a aprendizagem ativa pressupõe o envolvimento de todos os alunos de uma turma, chamando-os a fazer alguma tarefa, em vez de, simplesmente, assistirem, ouvirem e fazerem anotações. Estas estratégias levam os alunos a fazer as tarefas e a pensar sobre as tarefas que fazem [29], desenvolvendo o pensamento crítico.

Na academia, há fortes defensores do uso destas alternativas aos métodos tradicionais de ensino, mas há também professores céticos. Prince [30] discute alguns benefícios da aprendizagem ativa, como o empenho dos alunos, concluindo que, embora, não sendo a solução para todos os problemas, os professores devem estar atentos a estes métodos de ensino. Também Bonwell e Eison [29, 31] concluem que essas estratégias podem levar a melhores atitudes dos alunos e também a melhorias no pensamento e na escrita.

Existem diferentes metodologias de aprendizagem ativa, tais como: aprendizagem baseada em problemas/projetos [6, 9, 10, 32, 33], instrução por pares [7, 34, 35], aprendizagem baseada em pesquisa [36, 37], sala de aula invertida [1, 2], aprendizagem em equipe ou aprendizagem cooperativa [38, 39].

Estas estratégias têm também vindo a ser utilizadas em cursos na área das TIC, melhorando a aprendizagem dos alunos e ajudando-os a pensar criticamente, resolver problemas, melhorar as competências de comunicação e trabalhar em equipe [12, 18, 26, 40, 41].

No caso descrito neste artigo, os professores usam aprendizagem baseada em projetos; e, como tal, faz-se uma breve apresentação desta estratégia.

A aprendizagem baseada em problemas é amplamente reconhecida como um método bem-sucedido. Este método foi inicialmente introduzido na McMaster University Medical School, no Canadá, e, desde o seu desenvolvimento no final dos anos 1960, muitas variedades diferentes surgiram, sendo uma delas a aprendizagem baseada em projetos, ABP (Project Based Learning, PBL). Refira-se que, frequentemente, as designações de aprendizagem baseada em problemas e aprendizagem baseada em projetos são usadas como sinónimo. No entanto, a primeira tem como foco um problema e a outra, um projeto, sendo esta, aplicada em situações em que há um produto tangível como resultado. Um outro aspeto diferenciador é a duração, que na aprendizagem baseada em problemas é, tipicamente, de 2 a 3 semanas, 4 no máximo. Na aprendizagem baseada em projetos, o tempo de "trabalho" pode variar de poucas semanas a um semestre, mas, normalmente, é longo.

Estes métodos adotam como princípio o papel ativo dos alunos na construção do conhecimento sendo o ponto de partida para a aprendizagem um problema/projeto que o aluno deseje resolver [6]. Os alunos trabalham em equipas para identificar o que precisam aprender para resolver o problema/projeto. O papel do professor é atuar como um orientador, intermediando e colaborando pontualmente com os alunos.

De acordo com Hmelo-Silver [10] os objetivos do PBL incluem ajudar os alunos a desenvolver conhecimento flexível, capacidades efetivas de resolução de problemas, de aprendizagem e de colaboração e motivação intrínseca. O PBL tem, portanto, o potencial de preparar os alunos de forma mais eficaz para o futuro.

#### IV. METODOLOGIA

O conhecimento de natureza científica é baseado num facto e numa linguagem própria, e sempre que possível, a ciência suporta os seus axiomas teóricos em dados observáveis e repetíveis. Segundo McMillan e Schumacher [42], o conhecimento científico possui aproximações e técnicas para garantir a maior precisão possível nos resultados obtidos.

Numa qualquer investigação, a estratégia de pesquisa é uma decisão relevante, uma vez que comunica os resultados esperados de um estudo e como esses mesmos resultados devem ser avaliados. As diferentes estratégias de investigação existentes não são mutuamente exclusivas; no entanto, é necessário ser capaz de identificar situações em que uma estratégia específica tem uma vantagem distinta sobre outras estratégias [43]. Segundo Yin [43], no estudo de caso o "como" e o "porquê" são questões centrais sobre um conjunto de eventos contemporâneos em que o investigador tem pouco ou nenhum controle. Adicionalmente, para Guba e Lincoln [44], o objetivo da abordagem do estudo de caso é relatar os fatos, como eles ocorreram, descrever situações ou fatos, fornecer conhecimento sobre o evento estudado e comprovar ou contrastar os efeitos e relações presentes no caso.

Uma vez que o objetivo deste trabalho é compreender com mais profundidade como a utilização de métodos ativos pode ajudar os alunos a atingir os objetivos de aprendizagem e tendo em conta os objetivos do estudo de caso enunciados por Yin e Guba [43, 44], entendeu-se que seria adequado adotar esta metodologia.

Um passo fundamental no planeamento e condução de um estudo de caso diz respeito à definição da unidade de análise, ou seja, a definição do objeto de estudo [43]. E, nesta investigação, como referido, a unidade de análise da pesquisa é a utilização do PBL no contexto do ensino aprendizagem de três unidades curriculares. Como processo de recolha de dados utilizou-se um inquérito e como instrumento um questionário realizado aos estudantes, tendo-se também recolhido as estatísticas de aprovação dos estudantes em diferentes anos letivos.

Foi desenhado um questionário qualitativo dividido em três partes. A primeira parte é composta por 16 variáveis ordinais centradas nas competências técnicas que os alunos deveriam desenvolver em cada UC; a segunda parte é composta por 4 variáveis ordinais, sendo 3 relativas ao conjunto de *soft skills* a desenvolver e uma relativa ao uso do PBL. Todas estas variáveis eram avaliadas numa escala de 1 a 5, em que 1 significa nada e 5 muito. A terceira parte é composta por três questões abertas, em que o aluno expressa os pontos positivos, negativos e sugestões de melhoria na utilização do PBL nas três UCs. Apresenta-se em anexo o questionário que foi distribuído em papel aos alunos para preenchimento. O questionário foi entregue no dia da apresentação oral, e no final das apresentações os alunos deixavam os questionários preenchidos.

#### V. DESCRIÇÃO DO CASO

O caso aqui descrito foi desenvolvido no 1º semestre do ano letivo 2018/19, numa universidade portuguesa, que integra um departamento que leciona cursos na área das TIC. Este caso incluiu unidades curriculares (UCs) da licenciatura em Informática. O plano curricular desta licenciatura de três anos, inclui no 1º semestre do 2º ano as três UCs de Estruturas de Dados (ED), Desenvolvimento de Sistemas de Informação (DSI) e Linguagens e Tecnologias Web (LTW). As taxas de reprovação destas UCs, em 2017/18, foram as seguintes: ED, 57%, DSI, 58.1% e LTW, 53.3%. A ideia de aplicar a metodologia de aprendizagem baseada em projetos (PBL) em três unidades curriculares teve por base a experiência prévia de 3 anos de aplicação desta mesma metodologia, com sucesso, nas unidades curriculares de DSI e ED.

Para a seleção das unidades curriculares acima mencionadas, teve-se em consideração: (i) os objetivos de aprendizagem e programas de cada unidade curricular; e (ii) cobrir parte do ciclo de vida de desenvolvimento de software, nomeadamente engenharia de requisitos, desenho e codificação.

A unidade curricular de DSI cobre a etapa de engenharia de requisitos, a UC de ED foca-se nas etapas de desenho e codificação, por fim a UC de LTW direciona as competências para as etapas de codificação, teste e validação.

Os docentes das três unidades curriculares optaram por aplicar PBL para atingir quatro objetivos principais: (i) melhorar o envolvimento do aluno; (ii) melhorar a obtenção dos resultados de aprendizagem; (iii) aumentar a taxa de sucesso das UCs e (iv) permitir aos alunos experienciar a necessidade do ciclo de desenvolvimento de software, sentindo que a ES não é um processo realizado em blocos independentes mas dependente da atividade anterior, levando muitas vezes à necessidade de voltar atrás no processo.

A escolha destas três UCs permitiria, também, que os alunos compreendessem a interligação e dependência entre elas no plano curricular.

A descrição do caso de estudo foi organizada em quatro subsecções descrevendo os objetivos do projeto, as competências que os alunos desenvolveriam, o processo de avaliação e a constituição das equipas.

### A. Objetivos

O projeto apresentado aos estudantes visava o desenvolvimento de um sistema de informação para suportar um festival de Jazz. Os docentes elaboraram um Guia do Projeto onde se descreviam claramente os objetivos de aprendizagem e competências a desenvolver pelos alunos, de acordo com cada uma das UCs. Apresenta-se na figura 1 o esquema incluído no Guia que resume os objetivos da aplicação do PBL.

Para cada unidade curricular existe um conjunto específico de objetivos de aprendizagem, nomeadamente para DSI: (i) saber identificar requisitos; (ii) saber utilizar modelos de UML para especificar requisitos; (iii) compreender a relação entre os diferentes tipos de diagramas UML; e (iv) Saber utilizar o standard ISO/IEC/IEEE 29148:2011.

Na unidade curricular de ED pretende se atingir os seguintes objetivos de aprendizagem: (i) saber escolher e utilizar estruturas de dados adequadas ao problema a resolver; (ii) criar um sistema informático que satisfaça os requisitos identificados; e (iii) compreender a relação entre os diferentes diagramas UML e as diferentes componentes do sistema informático.

Na unidade curricular de LTW pretende-se atingir os seguintes objetivos de aprendizagem: (i) conhecer e saber usar as tecnologias que permitam conceber e implementar aplicações web simples; (ii) compreender o modo de funcionamento de uma arquitetura MVC (*Model, View, Controller*); e (iii) saber identificar as tecnologias a aplicar com base, não só no levantamento de requisitos, mas também na estrutura de dados desenvolvida.

### B. Competências desenvolvidas

Após definir o projeto, é necessário identificar o que os alunos vão aprender durante esta experiência PBL, identificando as competências que irão adquirir.



Figura 1 Enquadramento do PBL nas três unidades curriculares

Cada UC tem um conjunto específico de competências técnicas: na UC de DSI: identificação de requisitos e modelação em UML; na UC de ED: linguagem Java, tipos de dados abstratos e estruturas de dados. Na UC de LTW - PHP, CSS, JavaScript e arquitetura MVC.

Pretendia-se que, para além das competências técnicas, os alunos desenvolvessem competências de abstração, criatividade, gestão de tempo, trabalho de equipa e comunicação oral e escrita.

### C. A avaliação

Definiu-se que a avaliação seria feita pelos docentes das 3 UCs e pelos pares, de acordo com os critérios pré-estabelecidos no Guia. O peso do projeto na nota final em cada UC era: DSI:50%, ED: 20%, LTW: 40%.

O projeto previa a entrega faseada de nove *deliverables*, criando-se momentos de avaliação formativa, tal como esquematizado na figura 2. O *deliverable* 8 correspondia a um relatório final, que obedecia a uma estrutura previamente definida e que incluía uma secção sobre a avaliação pelos pares de cada elemento do grupo, devidamente justificada. A avaliação final incluiu uma apresentação oral, obrigatória para todos os elementos das equipas.

A avaliação pelos pares devia traduzir o desempenho de cada um na equipa face ao projeto, sendo também um mecanismo de gestão da equipa; o resultado implicaria um valor a mais ou a menos na nota de cada aluno, funcionando como um fator de correção individual dentro do grupo.

Calendarizaram-se três momentos de avaliações ao longo do projeto. Os grupos eram avisados por e-mail (via MOODLE) para fazerem a respetiva avaliação nas datas previstas.

Os critérios de avaliação pelos pares incluíam: (i) presença nas reuniões; (ii) nível de esforço no trabalho; (iii) sugestões de soluções; (iv) contributos originais; (v) relacionamento interpessoal; e (vi) cumprimento de prazos.

No primeiro momento de avaliação pelos pares, os 3 docentes estiveram presentes numa das aulas para explicar o processo e dar feedback às questões dos alunos.

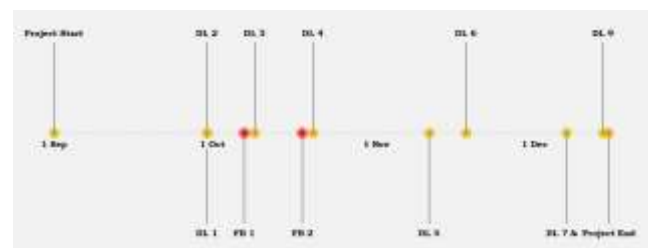


Figura 2 Deliverables and Feedback



Em cada momento era disponibilizado um ficheiro Excel, no MOODLE, usado por cada elemento para avaliar os outros em cada um dos 6 critérios, numa escala de 1 a 10 (1=mau e 10 =ótimo) e avaliar-se a si próprio; cada elemento tinha um nº atribuído e com base nesse nº preenchia o bloco correspondente, como exemplificado na figura 3. Cada elemento apenas conhecia as suas avaliações.

Para cada momento calcula-se, para cada aluno, o valor relativo à média. No final, os elementos do grupo acima de 1.0 melhoram a nota e os outros baixam a nota.

Após cada momento de submissão das avaliações os três docentes reuniam com as equipas para discutir e ajudar a melhorar o funcionamento das mesmas.

#### D. Constituição das equipas

Cada grupo era formado por três elementos, que funcionariam como equipas de engenheiros de software. Os grupos foram escolhidos pelos próprios alunos, tendo em consideração as UCs que frequentavam, uma vez que nem todos os alunos frequentavam todas as UCs. Alguns alunos frequentavam só duas das três UCs, nomeadamente, uns frequentavam apenas DSI e LTW e outros frequentavam apenas ED e LTW e outros só uma; aos que frequentavam duas UCs foi, também, permitido realizar o mesmo trabalho, apesar da cobertura do ciclo de desenvolvimento de software ser diferente.

## VI. RESULTADOS

As aulas das UCs decorreram de 10 de setembro a 19 de dezembro de 2018. O projeto foi apresentado pelos três docentes aos alunos no mês de setembro sendo agendadas as apresentações orais para 18 de dezembro.

O nº de inscritos em cada UC foi: DSI 33, ED 32 e LTW 37. Destes, 23 frequentavam as três UCs (tendo-se formado 8 grupos, 7 de 3 alunos e 1 de 2), 8 frequentava ED e LTW (tendo-se formado 3 grupos, 2 de 3 alunos e 1 de 2) e 5 DSI e LTW (tendo-se formado 2 grupos, 1 de 3 alunos e 1 de 2).

O questionário de avaliação foi apenas respondido pelos alunos que frequentavam as 3 UCs, tendo-se recebido 15 respostas.

Os alunos consideraram que o projeto contribuiu mais para desenvolvimento das competências de trabalho de equipa e menos para a gestão de tempo, tal como se pode constatar no gráfico da figura 4.

Notas dadas pelo elemento	1			2			3		
Notas dadas ao elemento	1	2	3						
<b>Crterios de Avaliao</b>									
Presena nas reunies	5	6	6						
Nvel de esforo no trabalho	8	7	6						
Sugestes de solues	9	7	8						
Contributos originais	9	7	8						
Relacionamento interpessoal	8	8	8						
Cumprimento de prazos	8	8	8						
<b>Total</b>									

Elementos do Grupo 2:

1. Aluno A
2. Aluno B
3. Aluno C

Fig. 3. Exemplo da avaliao pelos pares - avaliao do Aluno A do grupo 2, no 1º momento de avaliao

O projeto foi relevante para os alunos compreenderem melhor a interligao entre as temticas abordadas nas trs UCs e a relao entre os diferentes diagramas de UML e as diferentes componentes de um sistema informtico. Segundo a opinio dos alunos, a realizao do projeto permitiu saber identificar as tecnologias a aplicar com base, no s no levantamento de requisitos, mas tambm na estrutura de dados desenvolvida. Tal como se pode constatar pela figura 5, os alunos que consideraram que a utilizao de PBL facilitou a aprendizagem nas diferentes UCs.

Os alunos consideram que o projeto contribuiu positivamente para desenvolvimento das competncias especficas de DSI e ED, tal como indicado nas figuras 6 e 7.

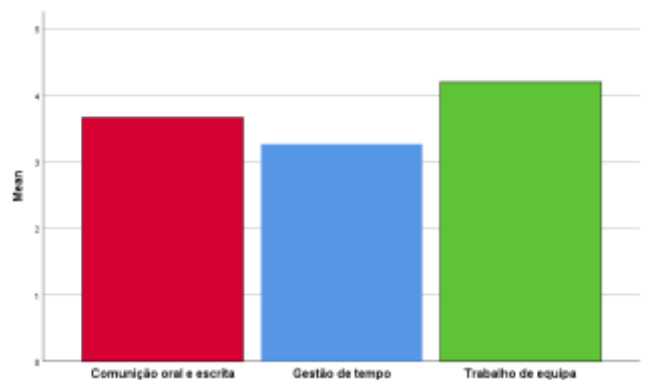


Fig. 4. Contributo do projeto para desenvolvimento de soft skills

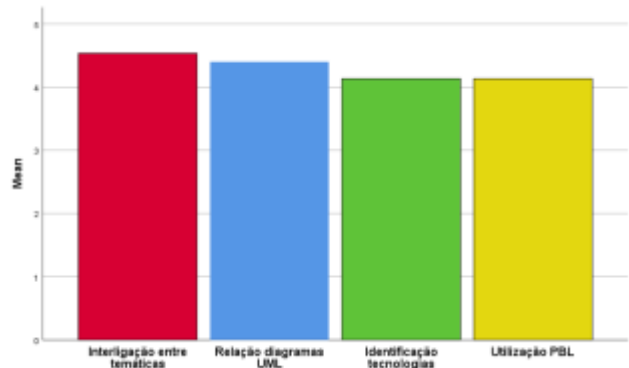


Fig. 5. Relevncia e vantagens do uso de PBL

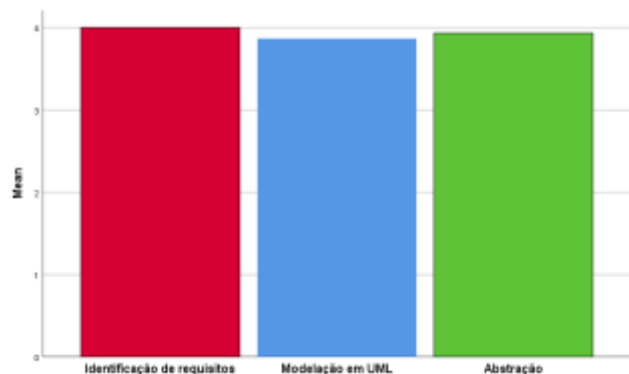


Fig. 6. Contributo do projeto para desenvolvimento das competncias especficas de DSI

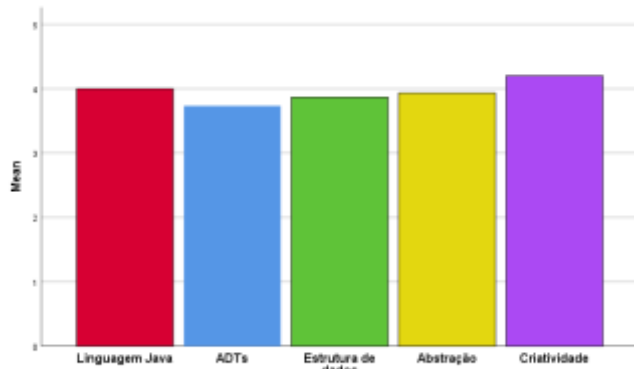


Fig. 7. Contributo do projeto para desenvolvimento das competências específicas de ED

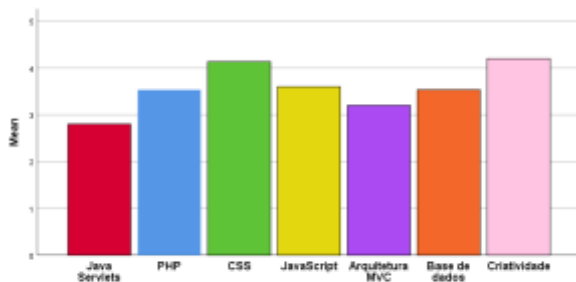


Fig. 8. Contributo do projeto para desenvolvimento das competências específicas de LTW

Relativamente à UC de LTW, o projeto foi mais relevante para o desenvolvimento de competências de CSS e criatividade, contribuindo menos para o desenvolvimento de Java Servlets, tal como descrito na figura 8.

A taxa de aprovação de DSI foi 66.7% (41.9 % no ano letivo anterior), de ED foi 62.5% (43% no ano letivo anterior) e de LTW foi 70.3% (46.7% no ano letivo anterior; refira-se que, neste caso, não é tão relevante comparar a taxa com o ano letivo anterior, pois o facto de ter havido mudança de docente pode, também, ter tido impacto na variação da taxa).

Relativamente à avaliação por pares, dois grupos não fizeram qualquer avaliação. Apenas dois grupos cumpriram a avaliação de todos os elementos nos 3 momentos. Houve grupos em que, nos diferentes momentos, alguns alunos não se avaliaram, nem avaliaram os pares. No último momento quase nenhum grupo fez avaliação. A avaliação pelos pares não sendo obrigatória, no sentido de excluir os alunos que não a realizassem, tinha, no entanto, um peso de 15 % (em 70%) na nota do relatório final.

## VII. CONCLUSÕES

Atualmente as IES são frequentadas, maioritariamente, pelos chamados nativos digitais, alunos esses que necessitam ser motivados e desafiados constantemente e onde as aulas tradicionais, i.e. aulas expositivas não vão ao encontro deste cenário, mas continuam a ser utilizadas em número considerável pelos docentes. Contudo, esta abordagem e de acordo com a literatura pode trazer problemas. Alunos digitais exigem dinâmicas diferentes em sala de aula. É neste contexto que as estratégias de aprendizagem ativa estão a atrair a atenção de investigadores e professores na área das TIC, pois estimulam a motivação e o empenho dos estudantes, em temáticas, normalmente difíceis de aprender.

No caso descrito neste artigo, constatou-se que o uso da

aprendizagem baseada em projetos permitiu melhorar o empenho dos alunos que frequentavam 3 UCs focadas no processo de desenvolvimento de software, permitiu melhorar o desenvolvimento das competências técnicas e também de algumas comportamentais, aumentou a taxa de sucesso das UCs e permitiu que os alunos compreendessem a interligação e dependência das UCs no plano curricular.

Uma das principais limitações do projeto foi a avaliação pelos pares que não atingiu os objetivos esperados; este facto teve diferentes motivos: a falta de maturidade dos alunos para aplicarem os critérios estabelecidos; a reticência em avaliarem menos favoravelmente os pares; a falta de cumprimento dos prazos estabelecidos e a própria dimensão dos grupos.

Em conclusão final, podemos afirmar que os resultados obtidos mostram que é possível “fugir” das aulas tradicionais criando novas abordagens no processo ensino e aprendizagem, de forma a permitir uma maior motivação e empenho dos estudantes e consequentemente uma melhoria da sua aprendizagem. Assim, a estratégia de PBL irá ser, novamente, utilizada com as melhorias identificadas através dos problemas encontrados no caso de estudo aqui apresentado. Em particular, será necessário preparar os grupos para que possam ser capazes de se apropriar dos critérios de avaliação pelos pares e chegar a um entendimento sobre o que é cada critério. A definição de uma rubrica com critérios para cada escala de avaliação, facilitará, também o processo de avaliação. A constituição do grupo com cinco elementos permitirá minimizar os impactos da falta de avaliação por algum elemento e, por outro lado, permitirá criar outras dinâmicas de colaboração que potenciarão um melhor desenvolvimento de competências de trabalho de equipa.

## REFERÊNCIAS

- [1] S. J. DeLozier and M. G. Rhodes, "Flipped Classrooms: a Review of Key Ideas and Recommendations for Practice," *Educational Psychology Review*, vol. 29, no. 1, pp. 141-151, 2017, doi: 10.1007/s10648-015-9356-9.
- [2] J. O'Flaherty and C. Phillips, "The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review," *Internet and Higher Education*, vol. 25, no. October, pp. 85-95, 2015, doi: 10.1016/j.iheduc.2015.02.002.
- [3] A. A. Tawfik and C. Lilly, "Using a Flipped Classroom Approach to Support Problem-Based Learning," *Technology, Knowledge and Learning*, vol. 20, no. 3, pp. 299-315, 2015, doi: 10.1007/s10758-015-9262-8.
- [4] A. Attard, E. Iorio, K. Geven, and R. Santa, "Time for a new paradigm in education: student-centred-learning: Student-Centered Learning, SCL, Toolkit," 2016. [Online]. Available: <http://www.esu-online.org/wp-content/uploads/2016/07/100814-SCL.pdf>
- [5] J. Biggs, "Aligning teaching for constructing learning John Biggs Keywords What is constructive alignment? Defining the ILOs," *Education*, pp. 1-4, 2003, doi: 10.1063/1.3100776.
- [6] M. Christie and E. de Graaff, "The philosophical and pedagogical underpinnings of Active Learning in Engineering Education," *European Journal of Engineering Education*, vol. 42, no. 1, pp. 5-16, 2017, doi: 10.1080/03043797.2016.1254160.
- [7] C. H. Crouch and E. Mazur, "Peer Instruction: Ten years of experience and results," *American Journal of Physics*, vol. 69, no. 9, pp. 970-977, 2001, doi: 10.1119/1.1374249.
- [8] R. M. Felder and R. Brent, "Active Learning: An Introduction," *ASQ higher education Brief*, vol. 2, no. August, pp. 1-5, 2009.
- [9] E. Graaff and A. Kolmos, "Characteristics of Problem-Based Learning" *International Journal of Engineering Education*, vol. 19, no. 5, pp. 657-662, 2003.
- [10] C. Hmelo-Silver, "Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn?," *Educational Psychology Review*, vol. 16, no. 3, 2004, doi: 10.1023/B.

[11] M. J. Newman, "Problem Based Learning: An Introduction and Overview of the Key Features of the Approach," *Journal of Veterinary Medical Education*, vol. 32, no. 1, pp. 12-20, 2008, doi: 10.3138/jvme.32.1.12.

[12] M. M. Pinheiro and D. Simões, "Constructing knowledge: An experience of active and collaborative learning in ICT classrooms," *Turkish Online Journal of Educational Technology*, vol. 11, no. 4, pp. 382-389, 2012.

[13] R. L. Q. Portugal, P. Engiel, J. Pivatelli, and J. C. S. Prado Leite, "Facing the Challenges of Teaching Requirements Engineering," 2016, pp. 461-470.

[14] D. M. D. Souza, M. H. S. Batista, and E. F. Barbosa, "Problemas e dificuldades no ensino de programa , c ~ ao : Um mapeamento sistem ´atico," *Revista Brasileira de Informática na Educação*, vol. 24, pp. 39-52, 2016, doi: 10.5753/RBIE.2016.24.01.39.

[15] J. S. Vogler, P. Thompson, D. W. Davis, B. E. Mayfield, P. M. Finley, and D. Yasserli, "The hard work of soft skills: augmenting the project-based learning experience with interdisciplinary teamwork," *Instructional Science*, vol. 46, no. 3, pp. 457-488, 2018/06/01 2018, doi: 10.1007/s11251-017-9438-9.

[16] N. Giacaman and O. Sinnen, "Preparing the software engineer for a modern multi-core world," *Journal of Parallel and Distributed Computing*, vol. 118, pp. 247-263, 2018/08/01/ 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2018.02.028>.

[17] ACM and IEEE, "Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering," 2016. [Online]. Available: <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/ce2016-final-report.pdf>

[18] J. Knobloch, J. Kaltenbach, and B. Bruegge, "Increasing student engagement in higher education using a context-aware Q&#38;A teaching framework," presented at the Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training, Gothenburg, Sweden, 2018.

[19] C. R. Rupakheti, M. Hays, S. Mohan, S. Chenoweth, and A. Stouder, "On a Pursuit for Perfecting an Undergraduate Requirements Engineering Course," in *2017 IEEE 30th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)*, 7-9 Nov. 2017 2017, pp. 97-106, doi: 10.1109/CSEET.2017.24.

[20] I. Sommerville, *Software engineering*, 10 ed. Harlow, England: Person Education Limited, 2015.

[21] S. Tiwari and S. S. Rathore, "A Methodology for the Selection of Requirement Elicitation Techniques," *ArXiv* 2017. [Online]. Available: <https://arxiv.org/pdf/1709.08481.pdf>.

[22] O. J. Okesola, K. Okokpuije, R. Goddy-Worlu, A. Ogunbanwo, and O. Iheanetu, "Qualitative comparisons of elicitation techniques inrequirement engineering," *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 14, no. 2, pp. 565-570, 2019.

[23] A. J. Berre, S. Huang, H. Murad, and H. Alibakhsh, "Teaching Modelling for Requirements Engineering and Model-Driven Software Development Courses," *Computer Science Education*, vol. 28, no. 1, pp. 42-64, 2019, doi: 10.1080/08993408.2018.1479090.

[24] J. Babb, H. E. J. B. J. Longenecker, and D. Feinstein, "Confronting the Issues of Programming in Information Systems Curricula: The Goal Is Success," *Information Systems Education Journal*, vol. 12, no. 1, pp. 42-72, 2014, doi:EJ1140736.

[25] E. D. Canedo and G. A. Santos, "An Assessment of the Teaching-Learning Methodologies Used in the Introductory Programming Courses at a Brazilian University," *Informatics in Education*, vol. 17, no. 1, pp. 45-59, 2018, doi: EJ1177115.

[26] J. Elmaleh and V. Shankaraman, "Improving student learning in an introductory programming course using flipped classroom and competency framework," in *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 25-28 April 2017 2017, pp. 49-55, doi: 10.1109/EDUCON.2017.7942823.

[27] S. C. Santos, "PBL-SEE: An Authentic Assessment Model for PBL-Based Software Engineering Education," *IEEE Transactions on Education*, vol. 60, no. 2, pp. 120-126, 2017,doi:10.1109/TE.2016.2604227.

[28] S. Ferrán, A. Beghelli, C. G. Huerta, and F. Jensen, "Correctness assessment of a crowdcoding project in a computer programming introductory course," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 26, no. 1, 2018, doi:10.1002/cae.21868.

[29] C. Bonwell, "Active Learning : Creating Excitement in the Classroom: Active Learning workshops," *Learning*, vol. 80819, no. 719, pp. 1-20, 2003, doi: ED340272.

[30] M. Prince, "Does active learning work? A review of the research," *Journal of Engineering Education*, vol. 93, no. July, pp. 223-231, 2004, doi: 10.1038/nature02568.

[31] J. Eison, "Using Active Learning Instructional Strategies to Create Excitement and Enhance Learning," *Journal of medical education*, vol. 59, no. 2, pp. 20-20, 2010, doi: 10.1.1.456.7986.

[32] D. H. J. M. Dolmans, W. De Grave, I. H. A. P. Wolfhagen, and C. P. M. Van Der Vleuten, "Problem-based learning: Future challenges for educational practice and research," *Medical Education*, vol. 39, no. 7, pp. 732-741, 2005, doi: 10.1111/j.1365-2929.2005.02205.x.

[33] J. R. Savery, "Overview of problem-based learning : Definitions and distinctions origins of PBL," *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, vol. 1, no. 1, pp. 9-20, 2006. [Online]. Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.470.2497>.

[34] C. Crouch, J. Watkins, A. Fagen, and E. Mazur, "Peer Instruction: Engaging students one-on-one, all at once," in *Research-Based Reform of University Physics*, 2007.

[35] E. Mazur, *Peer instruction: A user's manual*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1997.

[36] V. P. S. Arora, P. Saxena, and N. Gangwar, "Project Based Learning (PBL) and Research Based Learning," in *Higher Education Faculty Career Orientation and Advancement*, M. S. Manna Ed.: CEGR, 2018.

[37] A. Jenkins and R. Zetter, "Linking research and teaching in departments," *Current Practice*, 2003. [Online]. Available: [http://www.livjm.ac.uk/partnership/Collab\\_Partner\\_Docs/PF\\_Jan\\_07\\_Martyn\\_Stewart\\_RIT.pdf](http://www.livjm.ac.uk/partnership/Collab_Partner_Docs/PF_Jan_07_Martyn_Stewart_RIT.pdf).

[38] R. M. Felder and R. Brent, "Cooperative Learning in Technical Courses: Procedures, Pitfalls and Payoffs," *Reproduction*, vol. 377038, no. 2, pp. 1-26, 1994. [Online]. Available: <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Coopreport.html>.

[39] R. M. Felder and R. Brent, "Effective strategies for cooperative learning," *Journal of Cooperation & Collaboration in College Teaching*, vol. 10, no. 2, pp. 69-75, 2001. [Online]. Available: [http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:EFFECTIVE+STRATEGIES+FOR+COOPERATIVE+LEARNING+\\*#0](http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:EFFECTIVE+STRATEGIES+FOR+COOPERATIVE+LEARNING+*#0).

[40] M. Angélica Figueiredo Oliveira, J. Valdeni de Lima, A. Bastos do Canto Filho, F. Becker Nunes, L. V. Lourega, and J. Nazareno Batista Melo, "Aplicação do método Peer Instruction no ensino de Algoritmos e programação de computadores," *Renote*, vol. 15, no. 1, 2017, doi: 10.22456/1679-1916.75141.

[41] J. N. Warnock and M. J. Mohammadi-Aragh, "Case study: use of problem-based learning to develop students' technical and professional skills," *European Journal of Engineering Education*, vol. 41, no. 2, pp. 142-153, 2016, doi: 10.1080/03043797.2015.1040739.

[42] J. H. McMillan and S. Schumacher, *Research in Education: Evidence-Based Inquiry*, 7 ed. Pearson, 2010.

[43] R. Yin, *Case Study Research Design and Methods*, 5 ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2014.

[44] E. G. Guba and Y. S. Lincoln, "Competing Paradigms in Qualitative Research," in *Handbook of qualitative research*, N. K. Denzin and Y. S. Lincoln Eds. Thousand Oaks, CA: Sage, 1994, pp. 105-117.

## Anexo – Questionário

Este questionário é antônimo e pretende avaliar em que medida a realização deste projeto, usando uma metodologia PBL, contribuiu para atingir os objetivos das três unidades curriculares.

Parte 1: Numa escala de 1 a 5, em que 1 é nada e 5 muito, indique, em que medida a realização deste projeto contribuiu para desenvolver mais as suas competências:

### Específicas de DSI

	1	2	3	4	5
Identificação de requisitos					
Modelação em UML					
Abstração					

### Específicas de ED

	1	2	3	4	5
Linguagem Java					
ADTs					
Estruturas de dados					
Abstração					
Criatividade					

### Específicas de LTW

	1	2	3	4	5
Java Servlets					
PHP					
Estruturas de dados					
CSS					
JavaScript					
Arquitetura MVC					
Bases de dados					
Criatividade					

### Parte 2:

Numa escala de 1 a 5, em que 1 é nada e 5 muito, indique, em que medida a realização deste projeto contribuiu para desenvolver mais as suas *soft skills*:

	1	2	3	4	5
Comunicação oral e escrita					
Gestão de tempo					
Trabalho de equipa					

Numa escala de 1 a 5, em que 1 é nada e 5 muito, indique em que medida a utilização de PBL facilitou:

	1	2	3	4	5
Atingir os objetivos de aprendizagem das diferentes UCs					
Compreender a interligação entre as temáticas abordadas nas três UCs					
Compreender a relação entre os diferentes diagramas UML e as diferentes componentes de um sistema informático					
Saber identificar as tecnologias a aplicar com base, não só no levantamento de requisitos, mas também na estrutura de dados desenvolvida					

Parte 3: Relativamente ao uso da metodologia de PBL neste projeto indique

Pontos positivos:

Pontos negativos:

Sugestões de melhoria:



**Paula Morais** é doutorada em Tecnologias e Sistemas de Informação pela Universidade do Minho, Portugal. É professora associada do Departamento de Ciência e Tecnologia e investigadora do centro Research on Economics, Management and Information Technologies - REMIT, ambos da Universidade Portucalense (UPT), Porto, Portugal. Seus interesses de investigação incluem engenharia de software, gestão de conhecimento e uso das TIC na educação. É autora de vários artigos com revisão por pares em áreas relacionadas com estas áreas. Atua regularmente como membro do comitê do programa e revisora de conferências e revistas internacionais. É orientadora de projetos de graduação na área das Tecnologias e Sistemas de Informação (STI) tendo também orientado teses de mestrado e doutoramento nesta área e na área de TIC na educação. É avaliadora de projetos na área de STI e também de candidaturas ao programa ERASMUS +. É membro da Associação de Sistemas de Informação (AIS) e da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação, o capítulo português da AIS. Atualmente, coordena a área de responsabilidade social da universidade Portucalense.



**Maria João Ferreira** é doutorada em Computação pela Universidade de Manchester. É professora associada do Departamento de Ciência e Tecnologia da Universidade Portucalense, Portugal. É investigadora do centro Research on Economics, Management and Information Technologies - REMIT da Universidade Portucalense e do ISTTOS-Centro Algoritmi da Universidade do Minho. Seus interesses de investigação centram-se em Sistemas de Informação, Transformação Digital e TIC no Ensino Superior. É coautora de várias conferências internacionais de publicações científicas, capítulos de livros e revistas e esteve envolvida em várias conferências como membro da comissão do programa e da comissão de organização. É também membro do Conselho Editorial da IJADS e da IJAS.



**Bruno Veloso** é doutorado em Engenharia Telemática pela Universidade de Vigo, Espanha e possui mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Major em Telecomunicações pelo Instituto Politécnico do Porto (Escola de Engenharia). É professor auxiliar do Departamento de Ciência e Tecnologia da Universidade Portucalense, professor assistente convidado da Faculdade de Economia da Universidade do Porto e pesquisador do INESC TEC (Laboratório de Inteligência Artificial e Apoio à Decisão (LIAAD)). Seus interesses de investigação incluem inteligência artificial distribuída, sistemas multiagentes, personalização, sistemas de recomendação e fluxos de dados. Foi autor de mais de 25 artigos com revisão por pares em áreas relacionadas à inteligência artificial, aprendizagem máquina, mineração de dados e fluxos de dados. Atua regularmente como membro da comissão de programa ou revisor de conferências e revistas internacionais e é membro da Associação Espanhola de Inteligência Artificial (AEPIA).