

Centro de Apoio à Matemática na Engenharia: um processo de integração dos alunos nas licenciaturas em Engenharia

Maria Emília Bigotte de Almeida

DIRECTORas: Araceli Queiruga Dios e María José Cáceres García

PLAN DE INVESTIGACIÓN

PROGRAMA DE DOCTORADO FORMACIÓN EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

FECHA: 31 de maio de 2021

INTRODUCCIÓN

As Unidades Curriculares de Cálculo Diferencial e Integral (UC-CDI) são responsáveis pela base teórica necessária para o futuro dos profissionais nas áreas da Engenharia, e por tal estão presentes na maioria das licenciaturas ministradas nas várias Instituições de Ensino Superior.

No entanto, apesar da sua importância óbvia, tem-se observado ao longo dos anos que esta ciência de base é a causa das elevadas taxas de insucesso nessas licenciaturas, resultando em vários problemas, tais como o absentismo e, conseqüentemente, o abandono, tanto às aulas como às avaliações.

Os índices de reprovação e de abandono nas UC-CDI têm evidenciado a necessidade de questionar sobre quais as metodologias e estilos de ensino aplicados, quais os ambientes de aprendizagem desenvolvidos, quais as práticas de avaliação utilizadas que melhor permitam uma corresponsabilização dos alunos no processo educativo, que possam estar relacionados com o seu sucesso escolar e que conduzam a aprendizagens significativas (1-3).

Estas questões ligadas ao insucesso da Matemática no ensino das engenharias têm surgido frequentemente no debate nacional e internacional sendo abordadas nos vários trabalhos publicados sobre o tema, que têm recebido merecido destaque por parte da literatura especializada internacional (4-8), nomeadamente, a relação com o desenvolvimento das competências à saída do ensino secundário e a aquisição dos conhecimentos básicos e elementares essenciais à plena integração dos alunos em CDI (9-15).

Em Portugal, o acesso ao ensino superior é feito anualmente através da candidatura ao concurso nacional organizado pela Direção-Geral do Ensino Superior (DGES). A Comissão Nacional de Acesso ao Ensino Superior é responsável pela definição das regras para a fixação das provas específicas exigidas para cada licenciatura. A avaliação obtida nestes exames entrará na média ponderada juntamente com a classificação interna final obtida pelos alunos durante os 3 anos do ensino secundário, conferindo ao candidato uma pontuação que será seriada em função dos candidatos existentes a cada licenciatura. As provas de ingresso que são exigidas para cada curso são fixadas por cada instituição, não podendo, regra geral, ser em número superior a dois. Tendo em consideração as especificidades das licenciaturas de Engenharia e as bases teóricas em áreas do conhecimento essenciais que lhes são exigidas, em 2012, a Matemática e a Física foram introduzidas como disciplinas obrigatórias nas provas de ingresso para o acesso à maioria dos cursos de Engenharia, medida que os docentes sempre certificaram como essencial. No entanto, a falta de preparação da maioria dos alunos no final do ciclo secundário de aprendizagem e a incapacidade de gerar nestas gerações o gosto e a vocação por aquelas disciplinas, conduz a que persista na nossa sociedade a já tradicional aversão àquelas áreas. Como consequência dos fracos resultados e da oscilação das notas obtidas nas provas, nucleares para o acesso à engenharia, os alunos tendem, naturalmente, a procurar alternativas noutras áreas, como possibilidade de aceder ao ensino superior (em 2018, somente 22% dos candidatos ao ensino superior escolheram uma das 218 licenciaturas em Engenharia)

Perante este cenário, as escolas do Ensino Superior tentam colmatar o decréscimo na procura das licenciaturas em engenharia recorrendo às restantes modalidades de acesso que a lei permite (maiores de 23 anos, titulares de cursos superiores ou médios, diplomas de especialização tecnológica, regimes especiais, etc.) que lhes possibilita ter mais alunos. Trata-se, no entanto, de um público com diversas características pessoais, motivacionais e cognitivas, com conseqüente heterogeneidade ao nível dos conhecimentos básicos e elementares, essenciais para a integração nos cursos de engenharia, nomeadamente na área da matemática. Muito

embora esta alternativa possa beneficiar o financiamento do ensino superior é inevitável uma atenção redobrada na definição de meios alternativos para complementar a formação de alguns dos perfis admitidos.

O Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC) é uma unidade orgânica do Instituto Politécnico de Coimbra (IPC) que ministra licenciaturas em Engenharia: Civil (EC), Gestão Industrial (EGI), Eletromecânica (EEM), Eletrotécnica (EE), Informática (EI), Mecânica (EM), Bioengenharia (BioE), Química (EQ), Biomédica (EBiom) e Gestão Sustentável das Cidades (GSC).

A autora é docente do ISEC e tem, ao longo dos anos de lecionação, comprovado o que a literatura apresenta, constatando grandes dificuldades dos alunos que frequentam as licenciaturas em Engenharia nas UC :CDI, que conduzem a uma elevada taxa de insucesso e, por conseguinte, a uma desmotivação de todos os intervenientes no processo educativo, colocando os docentes em constante autorreflexão sobre as estratégias adequadas para se adaptarem, o melhor possível, à cada vez maior heterogeneidade encontrada nos conhecimentos e competências adquiridas pelos alunos no Ensino Secundário.

HIPÓTESIS DE TRABAJO Y PRINCIPALES OBJETIVOS A ALCANZAR

Como já referido, a candidata é docente do ISEC, leciona há vários anos UC-CDI nas licenciaturas em Engenharia e tem, ao longo destes anos, constatado grandes dificuldades dos alunos na integração naquelas UC. A sua experiência profissional e a preocupação frequente pela melhoria do seu desempenho têm produzido reflexões constantes através da análise dos resultados obtidos nas avaliações dos alunos. Assim, permite-se afirmar que são inúmeros os exemplos de alunos que ingressam nas licenciaturas em engenharia, vindos de cursos de especialização tecnológica ou através do regime maiores de 23 anos e que, usufruindo de ações de apoio à formação nas disciplinas de base promovidas pelo ISEC, revelam grande sucesso na instituição. Acredita por isso que, independentemente da sua forma de ingresso, a maioria dos alunos é possuidora de capacidades intelectuais e humanas suficientes para ter sucesso nesse projeto pessoal, desde que lhes seja dada a oportunidade de colmatar as lacunas de formação aquando do acesso ao ensino superior, nomeadamente nas ciências de base, como a Matemática.

Partindo destas hipóteses de trabalho, pretende-se que esta investigação conduza à conceção, desenvolvimento e avaliação de uma intervenção ao nível das práticas de ensino/aprendizagem das UC-CDI que promova um maior sucesso escolar que tem por objetivos:

1- Realização de um estudo exploratório nas UC-CDI no ISEC

- a. Pretende-se efetuar um diagnóstico da situação referente ao ensino/aprendizagem daquelas UC nas licenciaturas de engenharia ministradas na instituição analisando os conteúdos programáticos, as estratégias de avaliação e as taxas de aprovação;

2- Análise dos dados do Teste Diagnóstico (TD), elaborado pela candidata, que tem vindo a ser aplicado anualmente, desde o ano letivo de 2011/2012, no 1º semestre/1º ano, aos alunos das várias licenciaturas de engenharia do 1º ano do ISEC.

- a. Pretende-se com este TD avaliar o nível de conhecimentos básicos e elementares em Matemática dos alunos do ISEC, identificar os tópicos em que os alunos manifestam mais dificuldades, descrever e interpretar os resultados obtidos relacionando-os com o sucesso nas UC-CDI

3- Análise dos dados obtidos da implementação do CeAMatE-Centro de Apoio à Matemática em Engenharia, construído e desenvolvido desde 2015 sob orientação da candidata.

- a. Pretende-se com este Centro potenciar um acompanhamento do trabalho individual do aluno na superação das dificuldades no âmbito dos conhecimentos básicos e elementares em matemática, essenciais para a plena integração dos alunos nas UC-CDI, bem como estimular o trabalho autónomo permitindo a escolha de tarefas que melhor se adaptem ao estilo de aprendizagem e métodos de estudo do aluno.

4- Desenvolvimento de um plano de diagnóstico, intervenção e avaliação para as UC-CDI (P_DIA)

- a. Pretende-se a partir dos dados recolhidos nas tarefas anteriores definir o perfil do aluno que ingressa nas licenciaturas em Engenharia que permita desenvolver um plano de intervenção para a superação das lacunas detetadas em conceitos básicos e elementares essenciais à plena integração nas UC-CDI. Simultaneamente deverá ser definida uma estratégia de monitorização e avaliação que conduza ao sucesso escolar naquelas UC.

METODOLOGIA

A metodologia que se aplicará nesta investigação pode ser separada em duas partes e está diretamente relacionada com o objetivo principal que visa a **“Conceção, desenvolvimento e avaliação de uma intervenção ao nível das práticas de ensino/aprendizagem das UC-CDI nas licenciaturas em Engenharia”**.

Será iniciada uma revisão bibliográfica sobre as práticas existentes que visam uma melhor integração dos alunos, e consequente sucesso escolar, nas UC-CDI ministradas nas licenciaturas em Engenharia.

Para a revisão sistemática de literatura utilizar-se-ão a base de dados indexadas como Scopus, SCImago, ProQuest, Google Scholar, IEEE, entre outras.

Seguir-se-á posteriormente uma metodologia de análise dos resultados obtidos nas várias intervenções que a candidata tem vindo a implementar desde 2013 no ISEC, na prossecução dos objetivos específicos formulados.

1- Realização de um estudo exploratório nas UC-CDI no ISEC

Análise da situação dos alunos nas Licenciaturas de Engenharia no ISEC, com maior ênfase nas licenciaturas em Engenharia Biomédica e de Informática nas quais a candidata é a docente responsável. Para o efeito serão analisadas as taxas de aprovação nas UC-CDI e outros dados de suporte considerados essenciais á explicação do insucesso naquelas UC.

2- Análise dos dados do Teste Diagnóstico (TD)

Tendo por base de dados os resultados obtidos, desde 2013, da aplicação do Teste Diagnóstico aos alunos das várias licenciaturas em Engenharia que ingressam no ISEC pretende-se verificar qual o grau de conhecimento dos alunos que ingressam no ISEC ao nível dos conteúdos de Matemática considerados essenciais para a integração nas UC-CDI bem como estabelecer relações entre os resultados obtidos nas UC-CDI ministradas nas Engenharias de Informática e de Biomédica (nas quais a candidata é docente responsável) e o perfil do aluno á entrada no ISEC

3- Análise dos dados obtidos da implementação do CeAMatE

Para a resolução dos problemas identificados com o sucesso nas UC-CDI foi proposta a dinamização de um Centro de Apoio à Matemática na Engenharia-CeAMatE que funciona desde 2015. Uma metodologia de diagnóstico, encaminhamento e avaliação está sempre presente no processo de inscrição, voluntária, no CeAMatE:

- a. construção do Plano Individual de Trabalho que constitui o documento de excelência de acompanhamento da evolução das aprendizagens do aluno na superação das dificuldades detetadas, através da constante monitorização e reformulação do plano.
- b. análise do impacto que esta metodologia teve no sucesso dos alunos nas UC-CDI ministradas nas licenciaturas em Engenharia do ISEC
- c. criação de instrumentos de monitorização e avaliação do CeAMatE

Todos estes estudos seguem uma metodologia de investigação quantitativa, considerando a observação de instrumentos de recolha de dados. Tendo em consideração que a análise poderá permitir compreender e explicar os resultados a abordagem a estudo de caso far-se-á segundo

um paradigma interpretativo. Assim, pretende-se, sem exercer qualquer tipo de controlo sobre a situação, obter explicações para cada objetivo específico.

No tratamento de dados utilizar-se-á excel e /ou SPSS.

Por fim, a avaliação final dos resultados obtidos e sua co-relação permitirá a construção de uma intervenção ao nível do ensino/aprendizagem que permita às instituições de ensino superior colmatar o insucesso escolar nas UC-CDI e que induza uma maior confiança dos alunos na opção pelas licenciaturas em Engenharia.

4- Desenvolvimento de um plano de diagnóstico, intervenção e avaliação para as UC-CDI (P_DIA)

Para a criação do P_DIA são utilizados todos os resultados obtidos nos objetivos anteriores.

MEDIOS Y RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES

Uma vez que a doutoranda é docente do ISEC dispõe de todos os meios para desenvolver o seu doutoramento, tanto na cedência de instalações necessárias para a dinamização dos recursos físicos desenvolvidos e sua manutenção, como no acesso à bibliografia e software que utilizará na investigação.

Assim para cada objetivo específico estão assegurados os recursos necessários para a sua concretização:

1- Realização de um estudo exploratório nas UC-CDI no ISEC

Foi assegurada a disponibilização, pelos docentes responsáveis, dos vários Relatórios das UC-CDI que contêm informação sobre taxas de assiduidade às aulas e momentos de avaliação bem como taxas de aprovação nos vários momentos previamente definidos. Estas fichas e relatórios são preenchidos semestralmente pelos professores responsáveis pelas UC referentes a CDI.

2- Análise dos dados do Teste Diagnóstico (TD)

Sendo a doutoranda responsável pela aplicação do Teste Diagnóstico os dados foram recolhidos e guardados, desde 2013.

3- Análise dos dados obtidos da implementação do CeAMatE

Sendo a doutoranda Coordenadora do CeAMatE, estrutura assumida pelo ISEC, com instalações próprias e recursos diretamente imputados para a sua dinamização, os dados foram recolhidos e guardados, desde 2015.

Este trabalho de investigação é desenvolvido no âmbito do programa de doutoramento Formação na Sociedade do Conhecimento (16-18), sendo o seu portal <https://knowledgesociety.usal.es/>, o principal instrumento de comunicação e visibilidade dos avanços (19).

REFERENCIAS

1. Barbosa, M.A. O Insucesso no Ensino e Aprendizagem na Disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Mestrado em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brazil, 2004.
2. Rezende, W.M. O Ensino de Cálculo: Dificuldades de Natureza Epistemológica. Tese Doutorado em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, USP, Sao Paulo, Brazil, 2003.
3. Rosa, O.S. Aspectos Motivacionais do Cálculo Diferencial e Integral; Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu, Mestrado Profissional em Educação Matemática, Universidade de Severino Sombra, Vassouras, Brazil, 2011.
4. Tall, D. *Advanced Mathematical Thinking*; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands, 1991.
5. Arts, J.A.R.; Gijssels, W.H.; Segers, M.S.R. Enhancing Problem-Solving Expertise by Means of an Authentic, Collaborative, Computer Supported and Problem-Based Course. *Eur. J. Psychol. Educ.* 2006, 21, 71–90.
6. Baldino, R.R.; Cabral, T.C.B. Revivendo o Cálculo Infinitesimal com uso de Tecnologia do Ponto de Vista da Educação Matemática; Departamento de Matemática, IGCE, UNESP: Rio Claro, Brazil, 2000.
7. Hallett, D.H. What Have We Learned from Calculus Reform? The Road to Conceptual Understanding, *MAA Notes* 2006, 69, 43.
8. Gomes, G.; Frant, J.; Powell, A. O Pensamento Matemático Dos Estudantes de Engenharia: Um Estudo de Caso do Projeto de Final de Curso. In *Proceedings of the XIII CIAEM-IACME*, Recife, Brazil, 26–30 June 2011.
9. Silius, K.; Pohjolainen, S.; Kangas, J.; Joutsenlahti, J. What Can Be Done to Bridge the Competency Gap between Up-per-Secondary School and University Mathematics? In *Proceedings of the 2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Amman, Jordan, 4–6 April 2011; pp. 428–436.
10. Martín-Vaquero, J.; Cáceres, M.J.; Rodríguez, G.; Queiruga-Dios, A.; Yilmaz, F. Basic Mathematics Assessment in Engineering Degrees: Case Study. In *Proceedings of the 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Canary Islands, Spain, 18–20 April 2018; pp. 1639–1644.
11. Gill, O.; O'Donoghue, J. Justifying the Existence of Mathematics Learning Supports Measuring the Effectiveness of a Mathematics Learning Centre. In *Proceedings of the ALM*, Rotterdam, The Netherlands, 2–5 July 2017.
12. O'Sullivan, C.; Bhaird, C.; Fitzmaurice, O.; Fhloinn, E. An Irish Mathematics Learning Support Network (IMLSN) Report on Student Evaluation of Mathematics Learning Support: Insights from a Large Scale Multi-Institutional Survey; National Centre for Excellence in Mathematics and Science Teaching and Learning (NCEMSTL): Limerick, Ireland, 2014.
13. Fidalgo, C.; Bigotte, E.; Rasteiro, D. Understanding the Difficulties in Mathematics of Engineering Students in the Transition from Second to Third Level Education. In *Proceedings of the 4th ATEE Winter Conference*, Lisbon, Portugal, 2–4 April 2012; pp. 477–487.

14. Bigotte, E.; Gomes, A.; Branco, J.R.; Pessoa, T. The Influence of Educational Learning Paths in Academic Success of Mathematics in Engineering Undergraduate. In Proceedings of the 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Eire, PA, USA, 12–15 October 2016; pp. 1–6.
15. Carr, M.; Fidalgo, C.; Bigotte, E.; Branco, J.R.; Santos, V.; Murphy, E.; Ni Fhloinn, E. Mathematics Diagnostic Test in Engineering: An International Comparison between Ireland and Portugal. *Eur. J. Eng. Educ.* 2015, 40, 546–556.
16. García-Peñalvo, F. J. Formación en la sociedad del conocimiento, un programa de doctorado con una perspectiva interdisciplinar. *Education in the Knowledge Society*. 2014. 15 (1), 4-9.
17. García-Peñalvo, F. J.; Sarasa Cabezuelo, A.; Sierra Rodríguez, J. L. Innovando en los Procesos de Ingeniería. Ingeniería como Medio de Innovación. VAEP-RITA. 2014. 2(1), 26-28.
18. García-Peñalvo, F. J. The Kick-off Meeting of the Education in the Knowledge Society PhD Programme for the 2020-2021 academic course. Presented in Seminarios del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento (30 de octubre de 2020), Salamanca, España, 2020. Available from: <https://bit.ly/34vtkXC>. doi: 10.13140/RG.2.2.20965.22244.
19. García-Peñalvo, F. J.; Rodríguez-Conde, M. J.; Verdugo-Castro, S.; García-Holgado, A. Portal del Programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento. Reconocida con el I Premio de Buena Práctica en Calidad en la modalidad de Gestión. In *Buenas Prácticas en Calidad de la Universidad de Salamanca: Recopilación de las I Jornadas. REPOSITORIO DE BUENAS PRÁCTICAS (Recibidas desde marzo a septiembre de 2019)*, A. Durán Ayago, N. Franco Pardo and C. Frade Martínez, Eds. Aquilafuente, no. 284, pp. 39-40, Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2019. doi: 10.14201/OAQ02843940.