

Relatos e investigação de práticas de ensino de Ciências e Tecnologia

Atas do Encontro internacional
“A Voz dos Professores de C&T” (VPCT 2018)



Editores:

J. Bernardino Lopes

José Paulo Cravino

Cecília Costa

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro | 2018

ISBN (pdf): 978-989-704-345-1

Relatos e investigação de práticas de ensino de Ciências e Tecnologia

Atas do Encontro internacional “A Voz dos Professores de C&T” (VPCT 2018)

Editores:

J. Bernardino Lopes

José Paulo Cravino

Cecília Costa

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro | 2018

ISBN (pdf): 978-989-704-345-1

Este livro contém os textos aceites das comunicações orais, pósteres e oficinas, que foram apresentados no Encontro Internacional A Voz dos Professores de Ciências e Tecnologia (VPCT2018). Contém ainda os resumos das comunicações convidadas e das intervenções dos convidados no debate.

FICHA TÉCNICA

TÍTULO: Relatos e investigação de práticas de ensino de Ciências e Tecnologia - Atas do Encontro internacional “A Voz dos Professores de C&T” (VPCT 2018)

© Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2018

EDITORES: J. Bernardino Lopes

José Paulo Cravino

Cecília Costa

LOGÓTIPO DO VPCT2018:

Pedro Couto Lopes

ISBN: 978-989-704-345-1

Editorial

Este livro contém os textos aceites das comunicações orais, pósteres e oficinas, que foram apresentados no Encontro Internacional A Voz dos Professores de Ciências e Tecnologia (VPCT2018). Contém ainda os resumos das comunicações convidadas e das intervenções dos convidados no debate.

O VPCT2018 decorreu na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), em Vila Real, Portugal, nos dias 8 e 10 de novembro de 2018. O VPCT2018 constituiu-se como um fórum multidisciplinar de apresentação, partilha e discussão de relatos de práticas de ensino de C&T e investigação de práticas de ensino de C&T, em todos os níveis de ensino. Acolheu professores e investigadores de Ciências Matemáticas, Ciências da Natureza, Ciências Físicas e Químicas, Engenharia e Tecnologia vindos de Angola, Argentina, Brasil, Espanha e Portugal.

Todas as submissões (textos completos para comunicações, pósteres e oficinas) foram sujeitos a um processo de revisão duplamente cego por, pelo menos, dois revisores da respetiva área científica. Depois deste processo, os manuscritos aceites foram revistos pelos respetivos autores para incorporar as sugestões feitas pelos revisores. Posteriormente, os editores verificaram as correções dos autores e editaram este livro.

As submissões aceites foram ainda sujeitas a um processo adicional de seleção para publicação em duas revistas que se associaram ao VPCT2018. Estas revistas são: a *Indagatio Didactica* (ISSN: 1647-3582; número especial já publicado, disponível em <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/issue/view/306>); a *Revista Comunicações (UNIMEP)* [volume a sair em 2019; ISSN: 0104-8481 (impresso) / 2238-121x (online)]. Nestes casos, o texto integral de cada artigo é publicado na respetiva revista, ficando publicado nestas Atas apenas o resumo em três línguas.

As práticas de ensino de Ciências e Tecnologia têm um valor importantíssimo que advém de um saber profissional laborado ao longo de gerações de profissionais no silêncio das reflexões individuais, do trabalho solitário em sala de aula ou no escritório em casa. É necessário trazer à luz do dia esse trabalho. É necessário criar espaços de partilha dessas experiências de modo a que possam ser divulgadas, apreciadas, valorizadas e, quiçá, melhoradas.

Por outro lado, o laboratório de Didática de Ciências e Tecnologia, laboratório do CIDTFF localizado na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), ancora a investigação didática que realizamos na UTAD e sustenta o Doutoramento em Didática de Ciências e Tecnologia da UTAD, permitindo desenvolver investigação das práticas de ensino de C&T.

Do cruzamento daquela necessidade e da experiência adquirida na investigação didática centrada nas práticas de ensino de C&T, surgiu este encontro internacional VPCT2018, agora na sua 2ª edição.

O ensino de C&T, bem como a investigação no ensino de C&T é uma importante área de trabalho inserida numa linha de trabalho designada internacionalmente Ensino de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). A investigação em ensino de C&T pode contribuir para outra importante área de trabalho na investigação em educação que é a articulação entre as práticas profissionais e a investigação das práticas profissionais. Ambas, contribuem certamente para melhorar de forma progressiva a qualidade das práticas de ensino e a qualidade das aprendizagens dos alunos.

Aproveitamos, finalmente, para agradecer aos membros da Comissão Coordenadora, da Comissão Organizadora, da Comissão Científica e aos avaliadores do VPCT2018 (www.utad.pt/vpct2018) todo o trabalho e dedicação que permitiram chegar até aqui.

Em 2020 será o VPCT2020! Esteja atento!

J. Bernardino Lopes

José Paulo Cravino

Cecília Costa

Comissões do VPCT2018

COMISSÃO COORDENADORA

J. Bernardino Lopes, PhD | UTAD, Portugal (Presidente)

J. Paulo Cravino, PhD | UTAD, Portugal

Ana Edite Cunha, PhD | Esc Sec S.Pedro, Portugal

Pedro Membiela, PhD | U. Vigo, Espanha

Maria G. Tommasiello, PhD | U. Met Piracicaba, Brasil

Domingos K. Nzau, PhD | ISCED-Uíge, Angola

Teresita E. Terán, PhD | U. Nacional de Rosario, Argentina

Xavier Carrera, PhD | U. de Lleida, Espanha

COMISSÃO CIENTÍFICA E REVISORES

J. Bernardino Lopes (Presidente) | UTAD | Portugal

José Paulo Cravino (Vice-Presidente) | UTAD | Portugal

Alcides Romualdo Neto Simbo | Inst. Superior Ciências da Educação | Angola

Alex Sandro Gomes | Universidade Federal de Pernambuco | Brasil

Alexandre Pinto | Politécnico do Porto | Portugal

Ana Afonso | Universidade do Minho | Portugal

Ana Luiza Rolim | Instituto Federal de Pernambuco | Brasil

Ana Paula Aires | UTAD | Portugal

António Osório | Universidade do Minho | Portugal

Armando Soares | UTAD | Portugal

Arnaldo Vaz | Universidade Federal de Minas Gerais | Brasil

Bethania Medeiros Geremias | Universidade Federal de Viçosa | Brasil

Cândida Sarabando | Agrupamento de Escolas Gomes Teixeira, Armamar | Portugal

Carla Morais | Universidade do Porto | Portugal

Carolina José Maria | Universidade Metodista de Piracicaba, SP | Brasil

Caroline Goes Sampaio | Inst. Federal Ed. Ciência Tecnologia Ceará -IFCE | Brasil

Cecília Costa | UTAD | Portugal

Clara Vasconcelos | Universidade do Porto | Portugal

Clara Viegas | Politécnico do Porto | Portugal
Claudio Pairoba | Universidad Nacional de Rosario | Argentina
Cristina Marques | UTAD | Portugal
Eliane de Souza Cruz | Universidade Federal de São Paulo | Brasil
Elisa Saraiva | Agrupamento Escolas D. Maria II/ESE IPP | Portugal
Fatima Paixão | Instituto Politécnico de castelo Branco | Portugal
Floriano Veiga Viseu | Universidade do Minho | Portugal
Francisco Regis Alves | Inst. Federal Ed. Ciência Tecnologia Ceará -IFCE | Brasil
Gérard Makengo Ndala | Dpt. Ciências Exactas – ISCED-Uige | Angola
Gilvandenys Leite Sales | Inst. Federal Ed. Ciência Tecnologia Ceará -IFCE | Brasil
Helena Campos | UTAD | Portugal
Hilbert Blanco-Álvarez | Universidad de Nariño | Colômbia
Irlan von Linsingen | Universidade Federal de Santa Catarina | Brasil
Isabel Malaquias | Universidade de Aveiro | Portugal
Isabel Martins | Universidade de Aveiro | Portugal
João Paiva | Universidade do Porto | Portugal
João Pedro Ponte | Universidade de Lisboa | Portugal
Jorge Megid Neto | Faculdade de Educação da UNICAMP | Brasil
José Alexandre Martins | Instituto Politécnico da Guarda | Portugal
José Miguel Contreras García | University of Granada | Espanha
Laurinda Leite | Universidade do Minho | Portugal
Leonel Morgado | INESC TEC / Universidade Aberta | Portugal
Leonor Santos | Universidade de Lisboa | Portugal
Lina Fonseca | Instituto Politécnico de Viana do Castelo | Portugal
Lucília Santos | Universidade de Aveiro | Portugal
Luis Dourado | Universidade do Minho | Portugal
Mairton R. Cavalcante | Inst. Federal Ed. Ciência Tecnologia Ceará -IFCE | Brasil
Manuel Cabral Reis | UTAD | Portugal
Marco Duarte Naia | UTAD | Portugal
Maria AuxiliaDORA Bueno Andrade Megid | PUC-Campinas, Sao Paulo | Brasil
Maria Cleide Silva Barroso | Inst. Federal Ed. Ciência Tecnologia Ceará -IFCE | Brasil
Maria del Carmen Bonilha | Universidad Peruana Cayetano Heredia | Peru

Maria do Carmo Galiazzi | Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Brasil
Maria do Rosário Anjos | UTAD | Portugal
Maria Isabel Carvalho | CIDESD-UTAD | Portugal
María Isabel Pozzo | Universidade do Rosário | Argentina
María Jesús Salinas Portugal | Universidade de Santiago de Compostela | Espanha
Maria Manuel Nascimento | UTAD | Portugal
Maria T. Fernandez Blanco | Universidade de Santiago de Compostela | Espanha
Mariana Valente | University of Évora | Portugal
Mónica Baptista | Universidade de Lisboa | Portugal
Nilza Costa | Universidade de Aveiro | Portugal
Paula Catarino | UTAD | Portugal
Paulo Favas | UTAD | Portugal
Paulo Martins | UTAD | Portugal
Paulo Vasco | UTAD | Portugal
Pedro Palhares | Universidade do Minho | Portugal
Pedro Reis | Universidade de Lisboa | Portugal
Ramon Cid Manzano | Universidade de Santiago de Compostela | Espanha
Roberto Nardi | UNESP | Brasil
Simone Sendin Moreira Guimarães | Universidade Federal de Goiânia | Brasil
Suzani Cassiani | Universidade Federal de Santa Catarina | Brasil
Teresa Bettencourt | Universidade de Aveiro | Portugal
Teresa Neto | Universidade de Aveiro | Portugal
Xana Pinto | Politécnico do Porto | Portugal

COMISSÃO ORGANIZADORA

Armando Soares
Carla A. Santos
Cármem Carvalho
Cecília Costa
Maria Manuel da Silva Nascimento
Paula Catarino

ÍNDICE

Editorial	04
Comissões do VPCT2018	06
Comunicações convidadas	10
Relatos de práticas (Comunicações)	20
Investigação sobre práticas de ensino (Comunicações)	354
Relatos de práticas (Pósteres)	624
Investigação sobre práticas de ensino (Pósteres)	680
Oficinas	730



RELATOS DE PRÁTICAS (Comunicações)

UMA EXPERIÊNCIA DE INTEGRAÇÃO DA TEORIA COM A PRÁTICA EM TECNOLOGIA MECÂNICA II

João E. Ribeiro [1], Paula Maria Barros [2], Flora Silva [3]

[1] Departamento de Tecnologia Mecânica, ESTiG, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, jribeiro@ipb.pt

[2] Departamento de Matemática, ESTiG, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, pbarros@ipb.pt

[3] Departamento de Construções Cíveis e Planeamento, ESTiG, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, flora@ipb.pt

Resumo: A globalização cada vez maior dos sistemas económicos obriga a uma rápida adaptação dos jovens ao mundo do trabalho quando iniciam a sua carreira profissional. Assim, nas áreas das engenharias o setor industrial apela a que os novos licenciados tenham uma formação com uma componente mais prática. Com este intuito, foi proposto a quatro alunos espanhóis do Programa Erasmus, que frequentavam, em 2015/2016, a unidade curricular de Tecnologia Mecânica II, do curso de Licenciatura em Engenharia Mecânica, o fabrico de uma prensa hidráulica. Esta experiência permitiu a aplicação em contexto real dos conhecimentos teóricos e foi acolhida com bastante entusiasmo pelos alunos.

Palavras-chave: Tecnologia Mecânica, Prensa hidráulica, Aulas laboratoriais, Aprendizagem contextualizada.

Resumen La globalización de los sistemas económicos obliga a una rápida adaptación en los jóvenes recién graduados cuando inician su carrera profesional. Así, en las áreas de las ingenierías el sector industrial apela a una formación con un componente más práctico a los nuevos licenciados. Con este propósito, fue propuesto a cuatro alumnos de erasmus españoles, que frecuentaban, en 2015/2016, la unidad curricular de Tecnología Mecánica II, del curso de Licenciatura en Ingeniería Mecánica, la fabricación de una prensa hidráulica. Esta experiencia permitió la aplicación en contexto real de los conocimientos teóricos y fue acogida con bastante entusiasmo por los alumnos.

Palabras claves: Tecnología mecánica, Prensa hidráulica, Clases de laboratorio, Aprendizaje contextual.

Abstract: The increasing globalization of economic systems requires rapid adaptation of young graduates to the labor world when they begin their professional careers. Thus, in the areas of engineering, the industrial sector calls for a training with a more practical component to the new graduates. With this in mind, it was proposed to four Spanish students of the Erasmus Program, who attended, in 2015/2016, the course of Mechanical Technology II, of the course of Degree in Mechanical Engineering, the manufacture of a hydraulic press. This experience allowed the application in real context of theoretical knowledge and was welcomed with great enthusiasm by the students.

Keywords: Mechanical technology, Hydraulic press, Laboratory classes, Contextualized learning.

1. Contexto da prática profissional

O curso de Licenciatura em Engenharia Mecânica da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança integra no seu plano de estudos a unidade curricular (UC) Tecnologia Mecânica II. Esta disciplina, com 6 *European Credits Transfer System* (ECTS), é lecionada no 1.º semestre do 3.º ano, tem um total de 60 horas de contacto, mais precisamente 30 horas teóricas e 30 horas de práticas laboratoriais, e 162 horas totais de trabalho, com uma carga horária letiva de quatro horas semanais (2 horas teóricas e 2 horas práticas laboratoriais). Relativamente aos conteúdos programáticos, de acordo com a ordem em que habitualmente são abordados, os temas gerais são: Tecnologia de corte de chapa metálica, Processos de maquinagem, Processos de ligação de metais, Soldadura e Juntas adesivas. Mais especificamente, os conteúdos das aulas teóricas centram-se no estudo de processos de fabrico por arranque de apara e de processos de ligação de metais.

As aulas práticas laboratoriais são divididas em duas partes. Assim, cerca de um terço dessas aulas têm uma componente de cálculo e outra de estudo de sequências de maquinagem. Os restantes dois terços são especificamente aulas laboratoriais, já que, habitualmente, os alunos, utilizando as máquinas industriais que permitem praticar os processos expostos nas aulas teóricas, fabricam peças mecânicas reais simples, mas normalmente apenas com intuito demonstrativo.

No ano letivo de 2015/2016, quatro estudantes Espanhóis do Programa Erasmus integraram a turma de Tecnologia Mecânica II numa data posterior ao início das aulas, pelo que o professor da UC (um dos autores deste texto) decidiu propor a esses alunos a realização de um trabalho prático que permitisse evidenciar, de forma mais aprofundada, a ligação entre os conhecimentos teóricos e práticos. Com este intuito, o professor atribuiu-lhes como tarefa realizar o projeto de uma prensa hidráulica de pequenas dimensões e fabricá-la, de forma a que esta pudesse ser utilizada no laboratório para pequenos trabalhos. Como os alunos estavam também a frequentar a UC de Órgãos e Projeto de Máquinas (UC do 1.º semestre do 3.º ano), onde são abordados conteúdos relacionados com o dimensionamento e projetos de máquinas, poderiam, simultaneamente, aproveitar essas aprendizagens para elaborar um projeto que pudesse ser implementado na realidade, conseguindo-se, assim, que os alunos trabalhassem os conhecimentos de ambas as unidades curriculares de forma interligada e contextualizada. Desta forma, seguiu-se uma metodologia de ensino baseada no *project-based learning*. Isto é, os alunos envolveram-se numa tarefa semelhante às que poderão vir a realizar como profissionais (Bell, 2010; Krajcik & Blumenfeld, 2005) e em que os conhecimentos para a desenvolver foram sendo adquiridos pelos alunos, com o apoio do professor, à medida que iam necessitando deles (DeFillippi, 2001).

2. Relato da prática profissional

A prensa hidráulica é um equipamento que serve para cortar, dobrar e modelar materiais, normalmente, metálicos. No caso particular de prensas hidráulicas de baixa carga, geralmente

utilizadas em laboratórios de tecnologia mecânica, estas são utilizadas para remoção de buchas e rolamentos de cubos de rodas e mancais.

O trabalho realizado para criar a prensa hidráulica desenvolveu-se em cinco fases: pesquisa bibliográfica, elaboração do projeto da prensa, fabrico de peças não normalizadas, montagem e ligação dos elementos, testes experimentais e relatório técnico do trabalho desenvolvido. De seguida descreve-se cada uma destas fases.

2.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica, para além de se realizar na fase inicial, foi também uma constante ao longo de todo o processo, ou seja, sempre que os alunos necessitaram de adquirir novos conhecimentos, efetuar escolhas ou informar-se sobre os procedimentos a seguir numa determinada etapa.

Inicialmente, os alunos tiveram de efetuar uma pesquisa sobre as soluções existentes para o tipo de prensa pretendido, isto é, definir qual o tipo de estrutura e de sistema hidráulico mais adequado às necessidades e ao material existente no laboratório. Com base numa pesquisa apurada na internet, verificaram que os tipos de prensas mais comuns para as características exigidas eram as prensas mecânicas e as hidráulicas. Seria possível projetar e fabricar ambas as prensas, contudo, a solução das prensas mecânicas era mais complexa e demorada e o preço final seria superior. Atendendo a que se tratava de uma UC semestral, com um tempo bastante limitado para a execução do trabalho, optou-se pela solução mais rápida e económica, ou seja, a prensa hidráulica.

Após terem selecionado o tipo de prensa pretendida, os alunos consultaram livros relacionados com projeto de máquinas (e.g., Budynas & Nisbett, 2006; Ugural, 2004). Baseando-se nesta documentação, conseguiram dimensionar a estrutura da prensa, o sistema hidráulico e as molas de retorno. Para estudarem a forma de utilização do método de elementos finitos para simular o comportamento mecânico da prensa quando esta se encontrasse em funcionamento, os alunos recorreram aos autores Stolarski, Nakasone e Yoshimoto (2006).

Na fase de projeto, para além do dimensionamento dos elementos que serão posteriormente fabricados, é, ainda, necessário selecionar os elementos mecânicos normalizados que devem ser adquiridos em lojas da especialidade. Assim, os alunos recorreram a diferentes catálogos disponibilizados pelas empresas (*online* ou em versão em papel), nomeadamente para a escolha de rolamentos, molas, mecanismos, entre outros.

Para se informarem sobre quais os processos de fabrico que seriam mais adequados implementar e como os aplicar, os estudantes consultaram alguns livros relacionados com o tema, sendo Davim (1995) e Messler (2004) os autores mais usados. Para a escolha das ferramentas e parâmetros de maquinagem foi necessário consultar catálogos de ferramentas, que estão acessíveis em sites especializados da internet (e.g., Dormer, 2018; Sandvik Coromant, 2018).

2.2 Elaboração do projeto da prensa

Na segunda fase, em que elaboraram o projeto da prensa, os alunos começaram por dimensionar os elementos estruturais e hidráulicos com o apoio dos conhecimentos adquiridos na UC de Órgãos e Projeto de Máquinas. Posteriormente a esse trabalho, desenharam todos os componentes da prensa e separaram os elementos normalizados, que teriam de ser adquiridos comercialmente, dos elementos que seriam fabricados por eles próprios.

O desenho da estrutura foi efetuado no *SolidWorks*[®], que é um programa comercial de desenho assistido por computador (CAD). Neste processo foram definidas as dimensões adequadas para os esforços envolvidos numa prensa de pequenas dimensões. Como o custo e o material existente no laboratório eram duas restrições importantes para o trabalho, optou-se por utilizar perfis em aço de construção já existentes no laboratório.

Relativamente ao dimensionamento estrutural, este foi desenvolvido em duas etapas distintas. Na primeira, foram utilizadas as equações clássicas de dimensionamento estrutural existentes nos livros consultados (Budynas & Nisbett, 2006; Ugural, 2004). Na segunda etapa, foi realizada uma verificação da resistência recorrendo a uma simulação numérica em que se recorreu ao módulo de elementos finitos do software *SolidWorks*. Tal como em qualquer programa de elementos finitos foi necessário definir as condições de fronteira (Figura 1) no pré-processamento, o processamento e a análise de resultados no pós-processamento. Como este processo permite efetuar uma análise iterativa foi possível otimizar a estrutura de modo a maximizar a resistência para o menor peso possível.

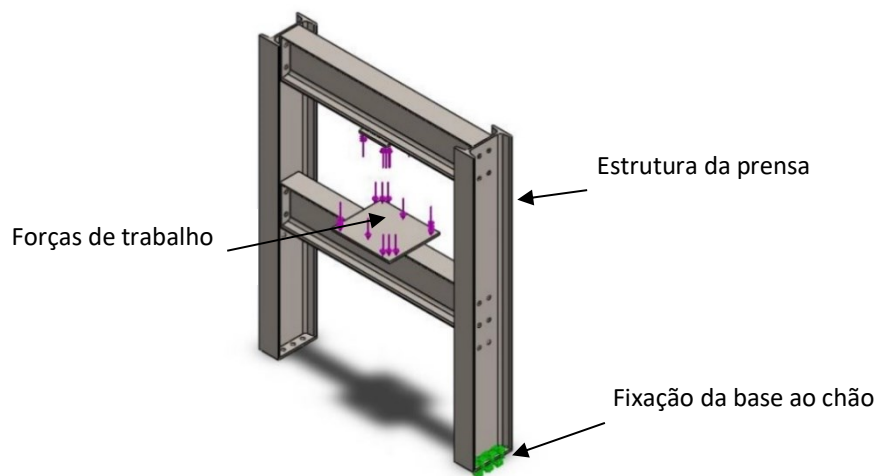


Figura 1 - Condições de fronteira utilizadas no trabalho

Na Figura 2 é possível observar os resultados obtidos no que concerne à resistência da estrutura e à deformação da mesma, quando sujeita à carga máxima definida no projeto (1000 N).

Da observação da Figura 2, verifica-se que a tensão máxima existente na estrutura é de 296 MPa que corresponde a um valor muito inferior ao valor máximo admissível, que seria de 620 MPa. Também a deformação máxima é de 0,77 mm, o que significa um valor muito baixo. Isto

significa que a estrutura suporta as cargas de funcionamento da prensa sem sofrer rotura nem se deformar significativamente pois tem uma elevada rigidez.

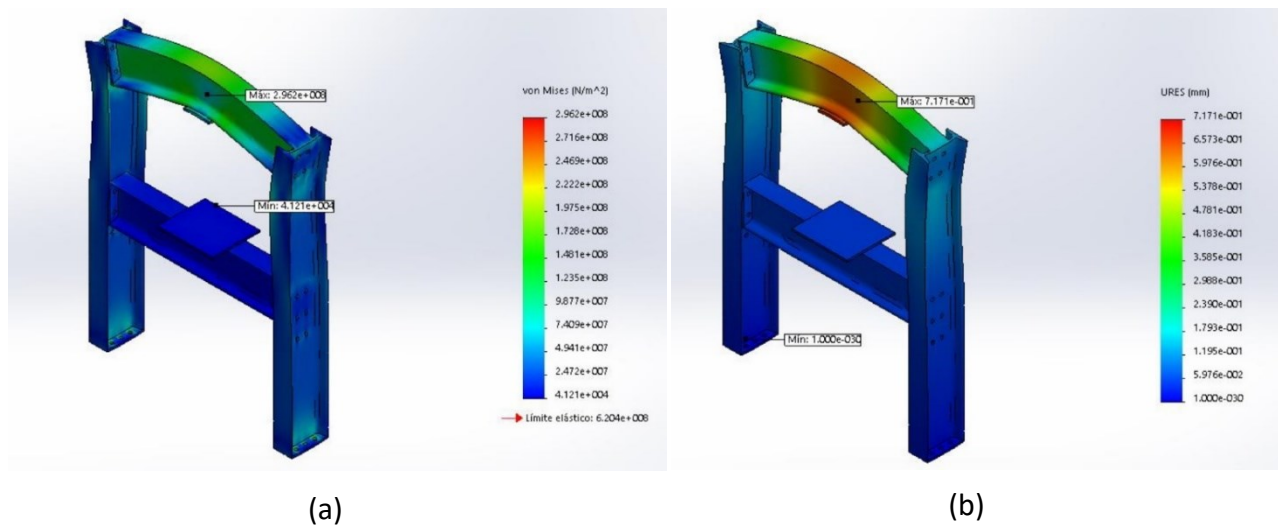


Figura 2 - Tensões existentes na estrutura (a) e deformação provocada pela carga máxima (b)

Os elementos normalizados, como parafusos ou molas, foram dimensionados de acordo com os procedimentos de cálculo definidos na bibliografia especializada referida anteriormente (e.g., Budynas & Nisbett, 2006; Ugural, 2004).

2.3 Fabrico dos elementos mecânicos

A terceira fase correspondeu ao fabrico das peças não normalizadas da prensa. Essas peças foram concebidas no laboratório com máquinas-ferramentas que utilizam processos de fabrico por arranque de apara, isto é, partindo da matéria-prima, correspondente a blocos metálicos (cilíndricos ou paralelepípedicos), vão sendo retiradas pequenas aparas de material até à obtenção de um produto final.

A construção da estrutura envolveu a utilização de perfis em aço que tiveram de ser cortados numa serra mecânica. Como teria de se acoplar um conjunto de elementos mecânicos foi necessário maquinar alguns rasgos e furos nos perfis em aço. Para este efeito, foram utilizadas duas máquinas-ferramentas, uma fresadora vertical para criar os rasgos e uma furadora radial para efetuar os furos.

Foi, também, necessário fabricar alguns apoios em chapa de aço que foram obtidos pelo processo de corte com guilhotina mecânica. Como estes apoios eram furados foi novamente utilizada a furadora radial.

Finalmente, o último elemento a fabricar foi um veio em aço que seria utilizado como linguete para o posicionamento em altura da mesa da prensa. Este elemento foi obtido por maquinaria recorrendo a um torno mecânico. Na Figura 3 é possível observar o torno mecânico utilizado,

bem como, o pormenor da colocação do varão em aço na bucha do torno que deu origem ao veio em aço obtido.

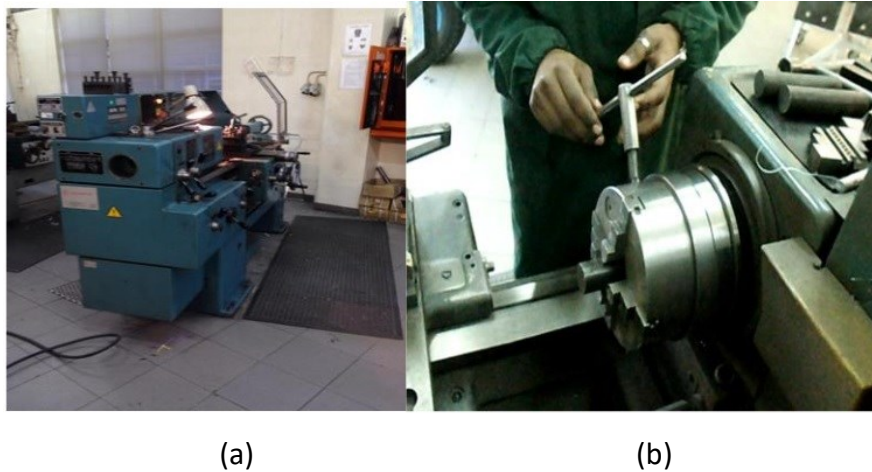
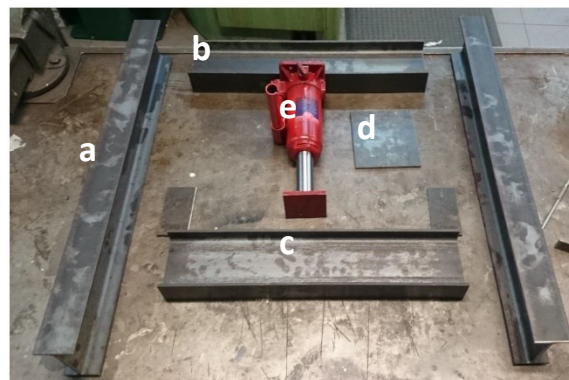


Figura 3 - Torno mecânico (a) e colocação do varão em aço na bucha do torno mecânico (b)

2.4 Montagem e ligação dos elementos da prensa

A quarta fase do trabalho correspondeu à montagem e ligação de todos os elementos da prensa, sendo os mais importantes apresentados na Figura 4.



Legenda:

- a – montante
- b – ponte de ligação
- c – barramento
- d – mesa
- e – sistema hidráulico

Figura 4 - Principais elementos da prensa hidráulica

Alguns dos elementos mecânicos foram ligados por processos de soldadura, métodos que já tinham sido abordados na componente teórica da UC.

Os elementos estruturais foram ligados entre si pelo processo de ligação de metais de soldadura MAG (*Metal Active Gas*). Neste processo é utilizada uma tocha que provoca um arco elétrico que funde os materiais a ligar, permitindo, desta forma, a sua união. Os elementos não estruturais, como por exemplo, o sistema hidráulico foi montado na estrutura por parafusos.

Na Figura 5 é possível observar a prensa hidráulica após a montagem e respetiva ligação dos elementos mecânicos.

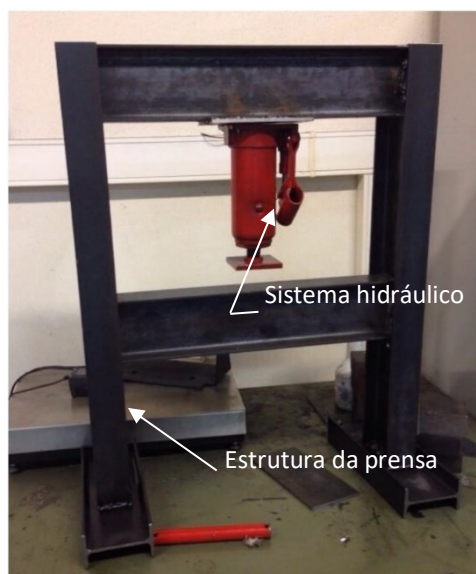


Figura 5 - Prensa hidráulica após montagem e ligação dos elementos mecânicos

Após a montagem, a prensa foi sujeita a uma operação de pintura. Assim, começou-se por realizar um processo de lixagem e limpeza com desengordurante, seguida da aplicação de uma camada de primário anti-corrosão e, finalmente, uma camada de tinta de esmalte, que tem uma função estética.

2.5 Testes experimentais e relatório

Na quinta fase, a última do processo, os alunos fizeram alguns testes experimentais com a prensa construída e realizaram um relatório técnico do trabalho efetuado.

O tipo de prensa fabricada tem uma elevada flexibilidade, contudo, num laboratório de tecnologia mecânica é utilizado, com muita frequência, para a montagem de rolamentos em furos ou cavidades, pois essa operação é efetuada com aperto, obrigando a um procedimento extremamente preciso envolvendo forças relativamente elevadas e, daí, a necessidade de utilização de uma prensa. Nesse sentido, os alunos efetuaram alguns testes experimentais de montagem de rolamentos em cavidades com diferentes valores de interferência. Os testes foram bem-sucedidos, tendo sido montados cinco rolamentos sem a ocorrência de qualquer deterioração ou desalinhamentos.

O relatório técnico foi realizado em grupo pelos quatro estudantes e escrito na sua língua materna, isto é, em castelhano, embora também incluísse um resumo em inglês. Os alunos organizaram-no em seis capítulos: a introdução, onde incluíram os objetivos do trabalho; a fundamentação teórica; o projeto mecânico; o processo experimental correspondente à descrição do fabrico, montagem e testes efetuados; análise e discussão de resultados e conclusões.

3. Discussão e avaliação da implementação da prática profissional

Em termos gerais, os objetivos que se pretendia atingir foram alcançados, na medida em que se conseguiu que os alunos pesquisassem, mobilizassem e aplicassem os conhecimentos necessários para a construção da prensa, tendo-se em simultâneo debatido e trabalhado os conteúdos inerentes à UC. O facto de os alunos: i) sentirem dificuldades em adaptar o desenho à realidade e ao equipamento existente de forma a conseguir construir as peças; ii) precisarem de aprender a trabalhar com várias máquinas industriais e resolver os pequenos problemas pontuais que foram surgindo, assim como iii) necessitarem de descobrir como utilizar o *software* de simulação (*SolidWorks*) e iv) interpretar os dados obtidos, tornou o trabalho realizado um meio de aprendizagem enriquecedor e profícuo que lhes permitiu desenvolverem competências essenciais a um futuro engenheiro mecânico.

Os alunos tiveram uma atitude muito positiva ao longo de todo o processo, pois mostraram-se sempre motivados e empenhados, mesmo quando se depararam com alguns obstáculos. O seu entusiasmo foi particularmente evidente na terceira e quarta fases do trabalho, em que tiveram de passar à fase de execução do projeto e lidar diretamente com as máquinas-ferramentas.

Embora não tivesse havido uma colaboração direta entre os professores das unidades curriculares de Tecnologia Mecânica II e de Órgãos e Projeto de Máquinas, a experiência realizada evidencia que poderá ser profícuo que se caminhe nesse sentido, na medida em que isso permitirá uma melhor articulação entre os conteúdos das duas disciplinas e também uma maior ligação a contextos no âmbito da engenharia mecânica, podendo-se desta forma caminhar para a consecução de projetos mais ambiciosos. No mesmo sentido, a cooperação entre docentes de várias áreas disciplinares pode, igualmente, constituir uma mais-valia, permitindo realizar trabalhos que abarquem e interliguem uma maior multiplicidade de conhecimentos.

Conquanto o projeto realizado não tenha envolvido qualquer parceria direta com a indústria, este não é um campo a descartar, havendo pelo contrário todo o interesse em estabelecer algum tipo de cooperação. De realçar que, seguindo essa orientação, para além da vertente motivacional e da possibilidade de os alunos terem acesso a diferentes equipamentos, isso permitiria ampliar os horizontes dos estudantes e enriquecer a sua aprendizagem na medida em que se envolveriam na resolução de problemas diretamente relacionados com o contexto real das empresas. Como referem Krajcik e Blumenfeld (2005) o *project-based learning* proporciona oportunidades para que os estudantes, professores e membros da sociedade colaborem uns com os outros para investigar questões e debater ideias.

Referências

Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39-43.

- Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2006). *Shigley's Mechanical Engineering Design*. New York: McGraw-Hill.
- Davim, J. P. (1995). *Princípios da Maquinagem*. Coimbra: Almedina.
- DeFillippi, R. J. (2001). Introduction: Project-based Learning, Reflective Practices and Learning Outcomes. *Management Learning*, 32 (1), 5-10.
- Dormer, <https://www.dormerpramet.com/pt-pt/newssite/pages/dormer-catalogue-2018.aspx>, consultado em 30/08/2018.
- Krajcik, J., & Blumenfeld, P. (2005). Project-Based Learning. In R. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 317-334). Cambridge: Cambridge University Press.
- Messler, R. W. (2004). *Principles of Welding*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Sandvik Coromant, <https://www.sandvik.coromant.com/pt-pt/news/pages/main-catalogue-2017-released.aspx>, consultado em 30/08/2018.
- SolidWorks, https://www.solidworks.com/sw/products/solidworks-products-adwords.htm?mktid=7771&utm_campaign=EUROWEST-EN-REQUEST-BRAND-GOOGLE-ADWORDS&utm_medium=Search&utm_source=Google, consultado em 30/08/2018.
- Stolarski, T. A., Nakasone, Y. & Yoshimoto, S. (2006). *Engineering Analysis with ANSYS Software*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Ugural, A. C. (2004). *Mechanical Design: An Integrated Approach*. New York: McGraw-Hill.