

(IN)FORMAÇÃO SOBRE PICTOGRAMAS DE SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS: (RE)CONHECER IMPACTES NO AMBIENTE E NA SAÚDE

INFORMATION ON HAZARDOUS SUBSTANCE PICTOGRAMS:
RECOGNISING IMPACTS ON THE ENVIRONMENT AND ON
HEALTH **EN**

(IN)FORMACIÓN SOBRE PICTOGRAMAS DE SUSTANCIAS
PELIGROSAS: (RE)CONOCIENDO IMPACTOS SOBRE EL
MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD **ES**

SILVIA MONTEIRO

LSRE-LCM - Laboratório de Processos de Separação e Reação & Laboratório de Catálise e Materiais, ESTG, Politécnico de Leiria, 2411-901 Leiria, Portugal, ALiCE – Laboratório Associado em Engenharia Química, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal
✉ silvia.monteiro@ipleiria.pt

LIZETE HELENO

ESTG, Politécnico de Leiria, 2411-901 Leiria, Portugal
✉ lizete.helena@ipleiria.pt

FERNANDO SEBASTIÃO

LSRE-LCM - Laboratório de Processos de Separação e Reação & Laboratório de Catálise e Materiais, ESTG, Politécnico de Leiria, 2411-901 Leiria, Portugal, ALiCE – Laboratório Associado em Engenharia Química, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal
✉ fsebast@ipleiria.pt

KIRILL ISPOLNOV

LSRE-LCM - Laboratório de Processos de Separação e Reação & Laboratório de Catálise e Materiais, ESTG, Politécnico de Leiria, 2411-901 Leiria, Portugal, ALiCE – Laboratório Associado em Engenharia Química, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal
✉ kirill.ispolnov@ipleiria.pt

OLGA SANTOS

CI&DEI/CICS.NOVA, ESECS, Politécnico de Leiria, 2411-901 Leiria, Portugal
✉ olga.santos@ipleiria.pt

” Monteiro, S., Heleno, L., Sebastião, F., Ispolnov, K. & Santos, O. (2022). (in)formação sobre pictogramas de substâncias perigosas: (re)conhecer impactes no ambiente e na saúde. *Egitania Scientia*, 30 (jan/jun), pp.121-143.

Submitted: 7th November 2021

Accepted: 11th June 2022

RESUMO

Considerando que o conhecimento dos pictogramas de substâncias perigosas é fundamental para promover atitudes que minimizem impactos no ambiente e na saúde, foi levado a cabo o trabalho que aqui se apresenta, alicerçado nos seguintes objetivos: i) avaliar o nível de percepção dos estudantes de Cursos Técnicos Superiores Profissionais de uma instituição do ensino superior sobre os pictogramas de substâncias perigosas, definidos pelo GHS, ii) compreender de que modo a estratégia formativa trabalhada com os estudantes contribuiu para a mudança conceptual sobre a interpretação dos pictogramas de substância perigosas e iii) realçar a importância do conhecimento dos pictogramas de substâncias perigosas de forma a minimizar o potencial de ocorrência de acidentes ambientais, acidentes de trabalho e de doenças profissionais. Foi analisada a compreensão destes pictogramas por parte de 669 estudantes, antes e após formação sobre o tema. A análise dos dados por pictograma em função da área de formação, idade e estatuto de trabalhador estudante ou não, foi efetuada com ferramentas de estatística descritiva e através de testes de hipóteses.

Em média, o nível de compreensão correto dos pictogramas após a formação (61.19%) foi superior ao observado antes da formação (30.75%).

A formação em risco químico é essencial para melhorar o nível de compreensão dos respetivos pictogramas, e deverá ser valorizada e incluída nos currículos escolares desde a escolaridade obrigatória até ao ensino superior.

Palavras-chave: *Pictogramas de substâncias perigosas, formação superior, acidentes de trabalho, acidentes ambientais, doenças profissionais, saúde humana*

ABSTRACT

Given that knowledge of hazardous substance pictograms is fundamental in the promotion of attitudes to minimize impacts on health and the environment, this study was carried out with the following aims: i) to assess the level of comprehension of hazardous substance pictograms, as defined by Professional Higher Technical Course students at a higher education institution; ii) to understand the way the training strategy that was followed with the students contributed to a conceptual change in the interpretation of hazardous substance pictograms, and; iii) to underline the importance of hazardous substance pictogram comprehension in minimizing the risk of environmental, workplace accidents and occupational disease. Comprehension of these pictograms by 669 students was assessed before and after training on the subject. Data analysis by a pictogram, as a function of the area of training, age and having, or not, the status of student worker or not, was performed through descriptive statistics tools and hypothesis testing.

The average level of correct understanding of the pictograms after training (61.19%) was higher than observed before training (30.75%).

Training on chemical hazards is essential for the improvement of understanding of the corresponding pictograms and should be valued and addressed in school curricula beginning with mandatory education and continuing through to the higher education level.

Keywords: *Pictograms for hazardous materials, higher education, workplace accidents, environmental accidents, occupational diseases, human health*

RESUMEN

Considerando que el conocimiento de los pictogramas de sustancias peligrosas es fundamental para promover actitudes que minimicen impactos sobre el medio ambiente y la salud, fue llevado a cabo el trabajo que se presenta a continuación y que se asienta en los siguientes objetivos: i) evaluar el nivel de percepción de los estudiantes de las Carreras Técnicas Superiores Profesionales de una institución superior sobre los pictogramas de sustancias peligrosas, determinados por el GHS, ii) comprender de qué forma la estrategia colaborativa trabajada con los estudiantes contribuyó al cambio conceptual sobre la interpretación de los pictogramas de sustancias peligrosas y iii) resaltar la importancia del conocimiento de los pictogramas de sustancias peligrosas de modo a minimizar el potencial de incidencia de accidentes ambientales, accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales. Fue analizada la comprensión de estos pictogramas por parte de 669 estudiantes, antes y después de la formación sobre el tema. El análisis de los datos por pictograma en función del área de formación, edad y estatuto de trabajador, fue realizado con herramientas de estadística descriptiva y a través de pruebas de hipótesis.

En promedio, el nivel de comprensión correcto de los pictogramas tras formación (61,19%) fue superior al observado antes de la formación (30,75%).

La formación en riesgo químico es esencial para mejorar el nivel de comprensión de los pictogramas y deberá ser valorada e incluida en los currículos escolares desde la enseñanza obligatoria hasta la superior.

Palabras clave: Pictogramas de sustancias peligrosas, formación superior, accidentes de trabajo, accidentes ambientales, enfermedades profesionales, salud humana

INTRODUÇÃO

A presença de produtos químicos no cotidiano e nos locais de trabalho é uma realidade, para a qual devem ser sempre consideradas regras de armazenamento e de manuseamento destes produtos em função da sua perigosidade, de forma a minimizar qualquer impacto quer na saúde quer no ambiente. De acordo com os regulamentos REACH¹ e CLP² é imprescindível a disponibilização de informação nas Fichas de Dados de Segurança (FDS) e nos rótulos dos produtos químicos a toda a cadeia de abastecimento, com o objetivo de harmonizar, melhorar a segurança dos utilizadores, e promover a prevenção de acidentes de trabalho, ambientais e domésticos, garantindo uma diminuição dos impactos ambientais negativos e de danos para a saúde das populações.

Atualmente, a produção global de produtos químicos ascende a várias centenas de milhões de toneladas, sendo todos os anos introduzidos novos produtos químicos no mercado. De acordo com a base de dados do Serviço de Resumos Químicos (CAS Data) da Sociedade Química Americana, o número aproximado de substâncias químicas existentes no mundo é de 183 milhões (CAS, 2021). A sua elevada quantidade e variedade aumentam a probabilidade de exposição do homem a esses produtos e reforçam a pertinência de garantir a identificação e compreensão da informação nas FDS e nos rótulos, promovendo um contacto e utilização mais consciente destes produtos.

Neste sentido, a inclusão nos rótulos de símbolos e de mensagens curtas, fáceis e rápidas de interpretar, como os pictogramas de substâncias perigosas, apresenta vantagens na transmissão da informação de forma condensada sobre um perigo existente. A simbologia gráfica neste âmbito é utilizada para transmitir informação de segurança e/ou alertar para um perigo existente, assim como para regular os comportamentos e/ou atitudes dos indivíduos perante este (Luria & Rafaeli, 2008; Caffaro & Cavallo, 2015; Hill, 2021; Wu et al., 2021).

No entanto, a mensagem pretendida nem sempre é entendida por falta de conhecimento e/ou formação, potenciando acidentes por atitudes inadequadas durante a utilização dos produtos. É, pois, essencial garantir o correto reconhecimento da simbologia presente nos rótulos, reforçar e investir na educação, formação dos profissionais e sensibilização de toda a comunidade, de modo a promover uma maior segurança e saúde de todos, assim como contribuir para uma maior sustentabilidade dos ecossistemas.

Este trabalho pretende avaliar o nível de perceção dos estudantes de Cursos Técnicos Superiores Profissionais sobre os pictogramas definidos pelo Sistema Global Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS), compreender de que modo a estratégia formativa trabalhada com os estudantes contribuiu para a mudança conceptual sobre a interpretação dos pictogramas de substância perigosas e ainda realçar a importância

1 REACH - REGISTRATION, EVALUATION, AUTHORISATION AND RESTRICTION OF CHEMICALS (REGULAMENTO (CE) N. 1907/2006 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO DE 18 DE DEZEMBRO DE 2006 RELATIVO AO REGISTO, AVALIAÇÃO, AUTORIZAÇÃO E RESTRIÇÃO DOS PRODUTOS QUÍMICOS).

2 CLP - CLASSIFICATION, LABELLING AND PACKAGING (REGULAMENTO (CE) N. 1272/2008 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, DE 16 DE DEZEMBRO DE 2008, RELATIVO À CLASSIFICAÇÃO, ROTULAGEM E EMBALAGEM DE SUBSTÂNCIAS E MISTURAS).

do conhecimento dos pictogramas de substâncias perigosas de forma a minimizar o potencial de ocorrência de acidentes ambientais, acidentes de trabalho e de doenças profissionais. Desta forma, será apresentado um enquadramento teórico sobre a classificação de substâncias químicas e a função e pertinência dos pictogramas no processo informativo e formativo, seguido da apresentação da metodologia aplicada e análise de dados para um estudo efetuado com estudantes de Cursos Técnicos Superiores Profissionais, do Politécnico de Leiria, visando alcançar o objetivo inicialmente proposto.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 CLASSIFICAÇÃO E ROTULAGEM

Com o objetivo de prevenir a exposição a produtos químicos perigosos, organizações intergovernamentais e internacionais, tais como a Organização Internacional do Trabalho (OIT), a Organização Mundial de Saúde (OMS), o Programa Ambiental das Nações Unidas (PANU), a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Económicos (OCDE), colaboram para produzir princípios orientadores neste âmbito, dos quais são exemplos o Sistema Global Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS), as Fichas Internacionais de Segurança em Produtos Químicos, e os Documentos Sucintos Internacionais sobre a Avaliação de Produtos Químicos (CICAD), no âmbito do Programa Internacional de Segurança Química. Também deste trabalho conjunto se realça a criação de disposições de comunicação de perigos referentes aos produtos químicos e à transferência de informações da parte dos fabricantes, dos fornecedores e dos importadores para os utilizadores, relativas a uma utilização segura (OIT, 2011; United Nations, 2015; Wu et al., 2021).

No âmbito deste esforço conjunto, com vista a assegurar um elevado nível de proteção da saúde humana e ambiente, sem deixar em simultâneo de garantir a inovação e competitividade entre empresas e a livre circulação de produtos químicos no Espaço Económico Europeu, foi introduzido em todo o espaço da União Europeia em 2009 um sistema de classificação e rotulagem de produtos químicos (regulamento CLP), baseado no sistema mundial harmonizado (GHS) de classificação e rotulagem das Nações Unidas. Para alcançar este objetivo, este regulamento responsabiliza as empresas para determinarem as propriedades das substâncias e misturas químicas, conduzindo à sua classificação, para que os seus perigos sejam adequadamente identificados e comunicados através das fichas de dados de segurança e da rotulagem em toda a cadeia de abastecimento no mercado, desde os fabricantes até aos utilizadores a jusante. A aplicação desta regulamentação garante de forma segura a livre circulação de substâncias perigosas, assim como misturas e artigos, com classificação e rotulagem harmonizada ao nível comunitário (Almeida et al., 2016; Gomes, 2018).

De acordo com o Decreto-Lei n.º 24/2012, de 6 de fevereiro, e respetivas alterações, é considerado perigoso qualquer agente químico classificado como tal pelo regulamento CLP, e que possa implicar riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores devido às suas propriedades físico-químicas ou toxicológicas, e à forma como é utilizado ou se apresenta no local de trabalho (Ministério da Economia e do Emprego, 2012).

Os agentes químicos são categorizados em três classes de perigo (Figura 1):

Perigos Físicos (agentes explosivos, inflamáveis, comburentes e corrosivos);

Perigos para a Saúde Humana (agentes que poderão ser tóxicos ou muito tóxicos, corrosivos, sensibilizantes, irritantes, mutagênicos, cancerígenos e tóxicos para a reprodução);

Perigos para o Ambiente (agentes químicos que poderão ser tóxicos para o meio aquático e perigosos para a camada do ozono).

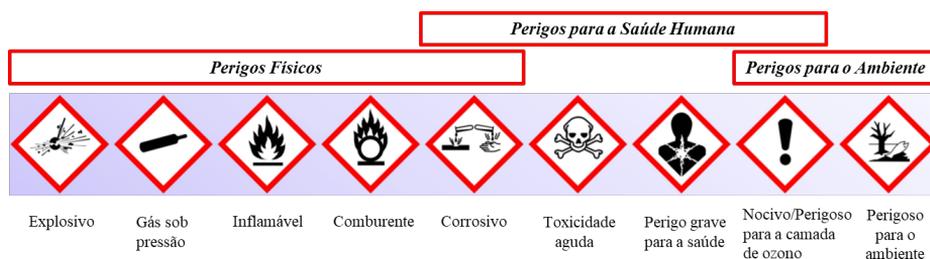


FIGURA 1 – PICTOGRAMAS POR CLASSE DE PERIGO, E RESPECTIVAS LEGENDAS CURTAS (ACT, 2015; OSHA-EU, 2012).

Ao longo dos anos, a segurança química tem apresentado uma elevada evolução, observando-se avanços importantes no domínio da regulamentação e da gestão dos produtos químicos, com vista a minimizar os efeitos negativos relacionados com os riscos associados à exposição durante a sua utilização, à exposição aos resíduos resultantes da sua produção e utilização, assim como os efeitos ecológicos adversos, que persistem no ambiente durante muitos anos. Contudo este esforço ainda não é suficiente, continuam a ocorrer acidentes graves, com repercussões negativas tanto para a saúde dos seres humanos como para o meio ambiente (Palaszewska-Tkacz et al., 2017; Wood & Fabbri, 2019).

São diversos os exemplos de acidentes industriais com graves impactes ambientais e sociais, salientando os acidentes na cidade de Seveso (Itália), em 1976, com impacte ao nível da afetação da vegetação, no solo e na população (Khan e Abbasi, 1999); na Fábrica Sandoz na Suíça, em 1986 com impacte ao nível de contaminação das águas do Rio Reno (Ackermann-Liebrich et al., 1992; Freitas et al., 1995); o derrame de cianetos na Baía Mare (Roménia) em 2000, com impacte ao nível de contaminação das águas dos rios Lepos e Samos na Roménia, do rio Tisza na Hungria e do Danúbio na Sérvia e Bulgária (Parlamento Europeu, 2000). Mais recentemente, a explosão do nitrato de amónio no porto de Beirute, em 2020, originando danos ambientais significativos a vários níveis, nomeadamente ao nível da contaminação das águas e produção de resíduos tóxicos (Shakoore et al., 2020; Monteiro et al., 2020).

Perante a gravidade das consequências dos acidentes com produtos químicos é importante continuar a desenvolver novas ferramentas e/ou aperfeiçoar as existentes para facilitar o acesso à informação sobre os riscos químicos e as medidas de proteção associadas, assim como organizar e utilizar essa informação para estruturar uma abordagem sistemática na utilização dos produtos químicos, garantindo o direito de todos a um ambiente seguro e saudável, formação e proteção, a nível laboral, social e ambiental (OIT, 2013).

1.2 IMPACTES NO AMBIENTE E NA SAÚDE

O impacto ambiental negativo da utilização inadequada de produtos químicos, leva à destruição da fauna e da flora, a emissão de poluentes e a contaminação de águas e solos, além de outros efeitos, nomeadamente na saúde humana. Desta forma é importante que a sua utilização seja prudente e criteriosa, incluindo o controlo das emissões e a eliminação dos resíduos. A gestão dos riscos ambientais associados à utilização dos produtos químicos inclui a definição e implementação de boas práticas, como por exemplo, a disponibilização de meios de contenção, a separação física dos produtos químicos em função das suas características, a disponibilização de instruções escritas, e a realização de ações de sensibilização e de formação. As medidas de prevenção e de mitigação deverão ter uma abordagem integrada, abrangendo o ambiente, as condições de trabalho e as infraestruturas (Almeida et al., 2016).

Face ao descrito, é crucial o desenvolvimento e aplicação de programas nacionais realmente eficazes para a proteção do ambiente, os quais se baseiem nas linhas orientadoras da estratégia internacional, de forma que as medidas sejam semelhantes em todos os países. É importante reforçar na população a consciência que a contaminação atravessa fronteiras, propagando-se pelo ar, assim como pelas vias hídricas. Basta que um país não disponha de programas para prevenir as emissões e a eliminação adequada de resíduos para todos os países vizinhos estarem em risco de ser afetados. Durante muitos anos, os resíduos químicos provenientes das instalações industriais foram indiscriminadamente depositados no solo, emitidos na atmosfera e descarregados em aquíferos da área circundante. Essa situação mudou em grande medida nos países que adotaram práticas e controlos adequados prevenindo a recorrência dessas situações, ou ações de descontaminação e eliminação. Contudo, existem países que ainda estão a enfrentar uma poluição significativa. Em alguns casos, os efeitos ambientais são vistos como um mal necessário para o desenvolvimento e o crescimento económico (OIT, 2013).

Na utilização adequada dos produtos químicos em contexto industrial e/ou empresarial é essencial que a organização defina uma metodologia para a:

- análise do risco que inclua a identificação dos fatores de risco profissional e ambiental;

- avaliação do risco profissional e ambiental, que deverá considerar a perigosidade do(s) produto(s) utilizado(s), o número de pessoas que poderá ser afetado (trabalhadores e comunidade) e os ecossistemas potencialmente afetados; e

- gestão do risco profissional e ambiental, em que serão definidas medidas de prevenção, emergência e de mitigação, de forma a minimizar os potenciais efeitos adversos resultantes da utilização dos produtos químicos.

A implementação desta metodologia pode seguir as linhas orientadoras definidas nas normas e ISO 14001 “Sistema de gestão ambiental” e ISO 45001 “Sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho”, que incluem, entre outros aspetos, a análise do contexto da organização e a identificação das necessidades e das expectativas dos stakeholders (partes interessadas). De referir ainda que estes sistemas de gestão promovem a consulta e participação ativa dos stakeholders com enfoque nos trabalhadores internos, prestadores de serviços e subcontratados.

1.3 IMPORTÂNCIA DO ENVOLVIMENTO DOS STAKEHOLDERS

A gestão do risco profissional e ambiental será considerada eficaz se todos os stakeholders envolvidos na cadeia de abastecimento e a própria comunidade tiverem conhecimento e consciência dos impactes associados ao risco químico. Diferentes

estudos referem que o conhecimento e a interpretação da informação dos pictogramas de segurança das substâncias perigosas permitem a identificação do risco profissional e ambiental, promovendo ações e/ou decisões no sentido da minimização de ocorrências de doença profissional e/ou acidentes ao nível laboral, social e ambiental (Su & Hsu, 2008; Boelhouwer et al., 2013; Zamanian et al., 2013; Bagagiolo et al., 2019). Outros estudos referem que a transmissão da informação numa forma gráfica uniformizada a nível internacional é vantajosa, quando comparada com outros métodos, como por exemplo a forma escrita, sujeita a barreiras linguísticas e a uma assimilação mais lenta (Liu & Hoelscher, 2006; EU-OSHA, 2012; Duarte et al., 2014; Caffaro & Cavallo, 2015; Hill, 2021).

É importante assegurar que a mensagem é entendida pelos stakeholders envolvidos, uma vez que fatores como as habilitações académicas, a posição hierárquica dentro da organização, bem como a dimensão da empresa, influenciam a compreensão dos pictogramas das substâncias perigosas. Existem estudos que referem que a idade, o género, a cultura e a formação académica dos indivíduos são fatores que podem influenciar a compreensão dos pictogramas (Zamanian et al., 2013; Caffaro & Cavallo, 2015; Monteiro, Heleno & Ispolnov, 2016; Bagagiolo et al., 2019). Outros autores não consideram os fatores idade e género como variáveis que influenciassessem a compreensão (Ta et al., 2010). A formação e a experiência profissional são também referidas como fatores relevantes para a correta compreensão dos pictogramas (Caffaro & Cavallo, 2015).

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em termos metodológicos, foi adotada uma abordagem pedagógico-didática baseada em três momentos temporais (Monteiro et al., 2020):

Elaborou-se uma ficha de trabalho constituída pelos nove pictogramas de substâncias perigosas, para os estudantes de Cursos Técnicos Superiores Profissionais ministrados no Politécnico de Leiria, redigirem uma legenda alusiva a cada um dos pictogramas em análise (Figura 1), de acordo com a questão: "Indique a legenda de cada pictograma", de campo aberto de forma a não influenciar a resposta a ser dada pelo estudante. Os estudantes preencheram a referida ficha de trabalho (antes da formação/aula), de forma a aplicarem os seus conhecimentos previamente adquiridos ao nível do ensino pré-superior. Após este preenchimento pretendia-se que os estudantes procedessem a uma reflexão, debate e análise, envolvendo-os na construção do seu conhecimento, estratégia pedagógica que requer do estudante um comprometimento e envolvimento ativos com um problema significativo, de forma a criar momentos de aprendizagem significativos (Yew & Goh, 2016).

Posteriormente, em contexto de aula, no âmbito da temática dos riscos químicos promoveu-se formação teórica, com recursos à análise documental, sobre o conceito de substância perigosa, pertinência do regulamento CLP, com enfoque na rotulagem, apresentação dos pictogramas e respetivas classes de perigo. Numa fase seguinte foi desenvolvida uma atividade prática com os estudantes, onde se disponibilizaram várias embalagens de substâncias perigosas, o que permitiu, em contexto de aula, a análise e discussão da informação presente nos rótulos das referidas embalagens, tendo por base os regulamentos e informação técnica associada (OSHA, 2012). Esta tarefa atribuiu ao estudante um papel central no seu processo de aprendizagem, na medida em que teve oportunidade de construir, reconstruir e criar a sua forma de compreensão dos conceitos que estavam a ser explorados (Barkley, 2018). Nesta atividade para além da análise dos pictogramas, também foi abordada a importância da "palavra sinal" e das frases de "advertência de perigo" e "recomendação de prudência", promovendo uma reflexão acerca das legendas redigidas antes desta formação. Este momento formativo, de cariz essencialmente prático, teve uma duração aproximada de 3 horas, onde o professor atuou como um facilitador da aprendizagem, um orientador que direcionou o trabalho que estava a ser desenvolvido (Ulger, 2018).

Num terceiro momento, após a aplicação da estratégia formativa descrita anteriormente, pediu-se aos estudantes para repetirem o preenchimento da referida ficha de trabalho, com os mesmos pictogramas e de resposta de campo aberto, de forma a ser possível efetuar a comparação com os resultados obtidos inicialmente no primeiro momento. Este momento ocorreu cerca de um mês após a formação.

Este estudo decorreu nos anos letivos de 2016/2017 e 2017/2018. Foi obtida uma amostra por conveniência, de 669 estudantes, que foram selecionados devido à sua imediata disponibilidade uma vez que frequentavam as aulas no momento da aplicação da ficha de trabalho. Por isso, considera-se que a amostra é representativa do universo de 915 estudantes de Cursos Técnicos Superiores Profissionais do Politécnico. No que concerne às fichas de trabalho utilizadas, foi avaliado o seu conteúdo em termos de pontuações, atribuindo-se 1 valor por cada resposta certa, 0,5 valor por cada resposta provável e 0 valor por cada resposta errada. As respostas foram consideradas corretas quando correspondiam à informação presente na Figura 1, e prováveis quando os estudantes indicaram o risco associado à concretização da propriedade intrínseca ao perigo representado pelo pictograma. No final a cotação de cada estudante foi convertida em percentagem.

Para a análise dos dados foram efetuadas estatísticas descritivas elementares e alguns testes de hipóteses, para os quais se considerou um nível de significância de 5% nas tomadas de decisões, com recurso ao software SPSS Statistics 26.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Os instrumentos de partida para este estudo foram as fichas de trabalho que permitiram recolher informação relevante dos 669 estudantes, nomeadamente género, idade, área de estudos, estatuto de trabalhador estudante ou não, assim como as respostas das legendas dos pictogramas de substâncias perigosas. A idade foi agrupada em intervalos de faixas etárias: a faixa [18 ; 21[engloba os jovens adultos, que de um modo geral, ingressaram recentemente nos cursos, a faixa [21 ; 25[representa os adultos, com uma espectável maior maturidade relativamente à predisposição para a aprendizagem e aplicação dos conceitos, e os restantes, que geralmente não estudavam há muitos anos, foram incluídos na faixa [25 ; 55]. As principais características demográficas estão apresentadas na Tabela 1.

| Patient/caregiver answer (n=40) | N | % | Observações |
|---------------------------------------|-----|------|--------------------|
| Género | 668 | | 1 não respondeu |
| Feminino | 206 | 30,8 | |
| Masculino | 462 | 69,1 | |
| Idade agrupada (anos) | 572 | | 97 não responderam |
| [18 ; 21[| 357 | 62,4 | |
| [21 ; 25[| 175 | 30,6 | |
| [25 ; 55] | 40 | 7,0 | |
| Áreas de formação | 669 | | |
| Ciências Económicas e Jurídicas (CEJ) | 166 | 24,8 | |
| Engenharia e Tecnologia (ET) | 431 | 64,4 | |
| Saúde e Desporto (SD) | 72 | 10,8 | |
| Trabalhador estudante | 669 | | |
| Sim | 85 | 12,7 | |
| Não | 460 | 68,8 | |
| Não sabe/ Não responde | 124 | 18,5 | |

TABELA 1: NÚMERO DE ESTUDANTES EM CADA CATEGORIA (N) E A RESPECTIVA PERCENTAGEM (%) RELATIVAMENTE ÀS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS ANALISADAS NA AMOSTRA.

ANÁLISE POR CLASSE DE PERIGO

Para representar a distribuição das percentagens de estudantes pelas 4 categorias (correto, provável, errado, e não sabe / não responde (NS/NR)), obtidas a partir das suas respostas para os nove pictogramas, antes e após a formação, procedeu-se à construção dos gráficos das Figuras 2, 3 e 4, associados à classe de Perigos Físicos, Perigos para a Saúde Humana e Perigos para o Ambiente, respetivamente. É de referir que os pictogramas são uma fonte de informação sobre os perigos de uma substância/produto químico, e que refletem os riscos potenciais que esta/este comporta especificamente para o Homem (saúde humana), ou especificamente para o ambiente, ou para ambos (físico). Neste sentido existem pictogramas que são comuns a diferentes classes, e os da classe de Perigos Físicos também são considerados potenciadores de impactes negativos ao nível da saúde humana e do ambiente.



FIGURA 2: DISTRIBUIÇÃO DO TIPO DE RESPOSTA POR PICTOGRAMAS PARA A CLASSE DE PERIGOS FÍSICOS, ANTES VERSUS APÓS A FORMAÇÃO.

Ao analisar os pictogramas da classe de Perigos Físicos (Figura 2), verificou-se que apenas o pictograma “inflamável” apresentava inicialmente, antes da formação, mais de 50 pontos percentuais de respostas corretas. A percentagem de respostas corretas, após a formação, foi superior a 50%, exceto para o caso do pictograma referente ao “gás sob pressão”, contudo a percentagem de respostas corretas para este pictograma subiu 40,8 pontos percentuais.



FIGURA 3: DISTRIBUIÇÃO DO TIPO DE RESPOSTA POR PICTOGRAMAS PARA A CLASSE DE PERIGOS PARA A SAÚDE HUMANA, ANTES VERSUS APÓS A FORMAÇÃO.



FIGURA 4: DISTRIBUIÇÃO DO TIPO DE RESPOSTA POR PICTOGRAMAS PARA A CLASSE DE PERIGOS PARA O AMBIENTE, ANTES VERSUS APÓS A FORMAÇÃO.

Na Figura 3, para os Perigos para a Saúde Humana, exceto para o pictograma referente ao agente corrosivo, os resultados comparativos, antes e após a formação, refletem que os conceitos não foram bem compreendidos. Uma situação semelhante ocorreu ao considerarmos os dois pictogramas da classe de Perigos para o Ambiente na Figura 4. O pictograma “nocivo / perigoso para a camada de ozono” foi o que apresentou o resultado mais preocupante, pois é um dos pictogramas mais comuns nos rótulos das substâncias e produtos perigosos, e para além disso foi aquele que apresentou maior percentagem (75,4%) de respostas erradas e NS/NR após formação. O segundo pictograma nesta situação foi “gás sob pressão” com 47,8% de respostas erradas e NS/NR, contudo é um pictograma pouco comum nos rótulos.

De um modo geral, nos três gráficos anteriores, constataram-se melhorias satisfatórias nos valores percentuais de respostas corretas após a formação, comparativamente com os conhecimentos que os estudantes detinham antes da formação. Se considerarmos que as respostas prováveis são indicadoras de um potencial comportamento adequado perante o risco químico associado, verificou-se que apenas em três dos nove

pictogramas se obtiveram percentagens superiores a 90% (explosivo, inflamável e toxicidade aguda), valores desejáveis quando está em causa a saúde humana e impactes negativos no ambiente. Constatou-se ainda que dois pictogramas apresentam percentagens entre os 80% e 90% (corrosivo e perigoso para o ambiente), e os restantes quatro pictogramas apresentam valores inferiores a 75%, mesmo após a lecionação dos conteúdos em sala de aula. Há a destacar novamente nestes quatro pictogramas o “nocivo / perigoso para a camada de ozono”, como aquele que requererá maior atenção em formações futuras por possuir os resultados menos satisfatórios. As percentagens das respostas de natureza “não sabe / não responde” foram, de uma forma geral, relativamente baixas após a formação, sendo indicativo de um maior grau de confiança dos estudantes perante a aquisição de conhecimentos. Durante a realização das fichas os estudantes exprimiram oralmente a preferência em não responder perante a incerteza e a dúvida sobre a legenda em questão. O impacto da formação a este nível foi bastante notório para três dos nove pictogramas (gás sob pressão, comburente e perigo grave para a saúde), em que a maioria das respostas dos estudantes foram NS/NR antes de formação.

Tendo como base as respostas que deram origem aos gráficos das figuras anteriores, foram calculadas as somas das pontuações para cada estudante, convertidas em percentagem, como resultado das avaliações das descrições das legendas dos pictogramas. Para antes e após a formação, foram observados, respetivamente, os resultados para a pontuação, em percentagem, de acordo com a Tabela 2.

| Indicadores estatísticos | Perigos físicos (5 pictogramas) | | Perigos para a saúde humana (4 pictogramas) | | Perigos para o ambiente (2 pictogramas) | | Total (9 pictogramas) | |
|--------------------------|---------------------------------|-------|---|-------|---|-------|-----------------------|-------|
| | Antes | Após | Antes | Após | Antes | Após | Antes | Após |
| Média | 38,02 | 69,52 | 26,13 | 54,08 | 18,93 | 41,45 | 30,75 | 61,19 |
| Desvio padrão | 21,05 | 27,19 | 18,12 | 25,06 | 20,77 | 30,55 | 16,58 | 21,22 |
| Mediana | 40,00 | 80,00 | 25,00 | 50,00 | 25,00 | 50,00 | 27,78 | 61,11 |

TABELA 2: INDICADORES ESTATÍSTICOS PARA AS PONTUAÇÕES ALCANÇADAS PELOS ESTUDANTES (NUMA ESCALA DE 0% A 100%) ANTES E APÓS A FORMAÇÃO, DE ACORDO COM AS TRÊS CLASSES DE PERIGO DOS PICTOGRAMAS.

Se considerarmos isoladamente as pontuações para a classe dos Perigos Físicos, constatou-se que o nível médio de conhecimento nesta classe é maior, quer antes quer após a formação, comparativamente com os resultados da classe dos Perigos para a Saúde Humana, e que por sua vez esta classe apresenta um nível médio de conhecimento superior ao da classe dos Perigos para o Ambiente, permitindo verificar que nesta última classe os estudantes apresentaram mais dificuldades, não tendo conseguido alcançar valores médios positivos (acima de 50%) mesmo após a formação (Tabela 2). Verificou-se ainda que, após a formação, as pontuações obtidas nos pictogramas dos Perigos Físicos representaram um aumento de 28,55% $((69,52-54,08)/54,08)$ na variação média em relação às pontuações obtidas nos pictogramas dos Perigos para a Saúde Humana. Por outro lado, após a formação, as pontuações obtidas nos pictogramas dos Perigos para a Saúde Humana representaram um acréscimo de 30,47% $((54,08-41,45)/41,45)$ na variação média em relação às pontuações obtidas nos pictogramas dos Perigos para o Ambiente. As Figuras 5, 6 e 7 representam a distribuição das frequências das pontuações quando se consideram as 3 classes de pictogramas, as quais claramente evidenciam subidas das classificações após a formação, com maior notoriedade na classe de Perigos Físicos.

(IN)FORMAÇÃO SOBRE PICTOGRAMAS DE SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS: (RE)CONHECER IMPACTES NO AMBIENTE E NA SAÚDE

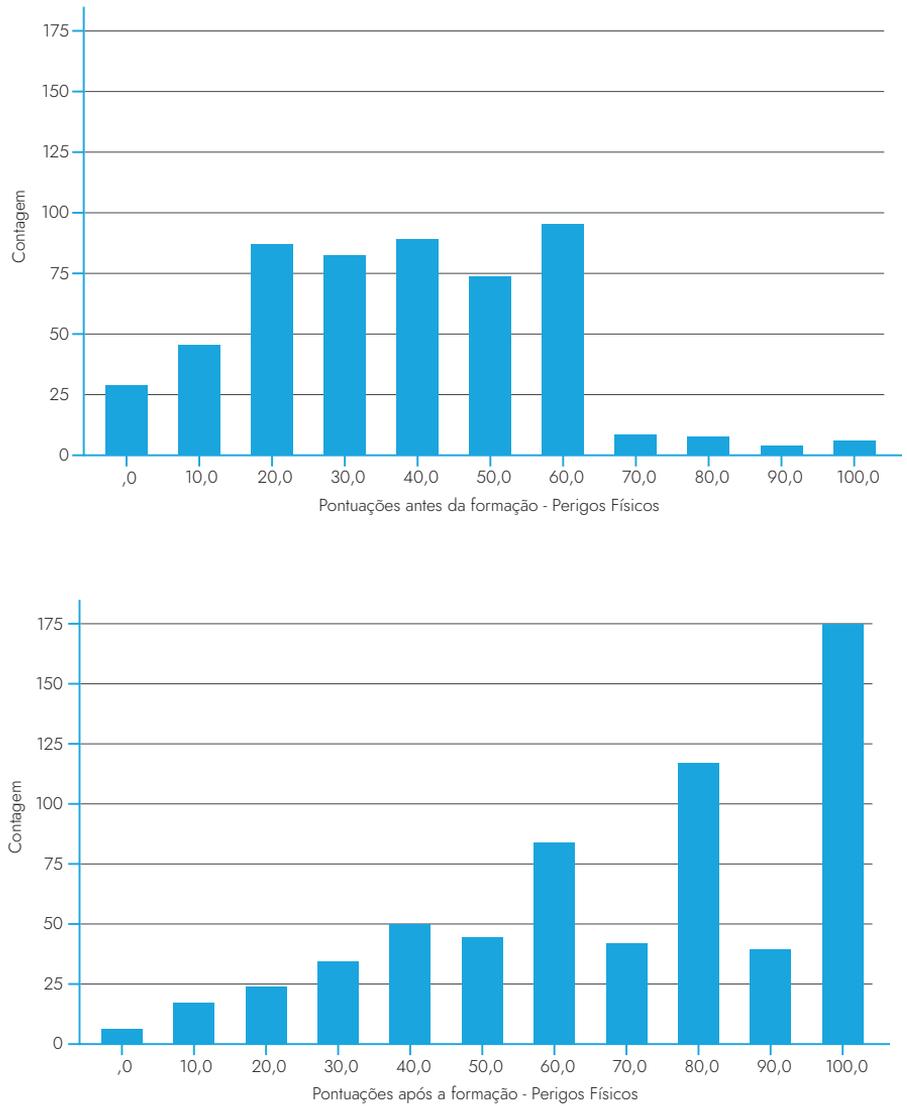


FIGURA 5: DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSIFICAÇÕES, NA ESCALA DE 0% A 100%, DE COMPARAÇÃO DOS VALORES OBTIDOS, ANTES VERSUS APÓS A FORMAÇÃO, PARA A CLASSE DE PICTOGRAMAS DE PERIGOS FÍSICOS.

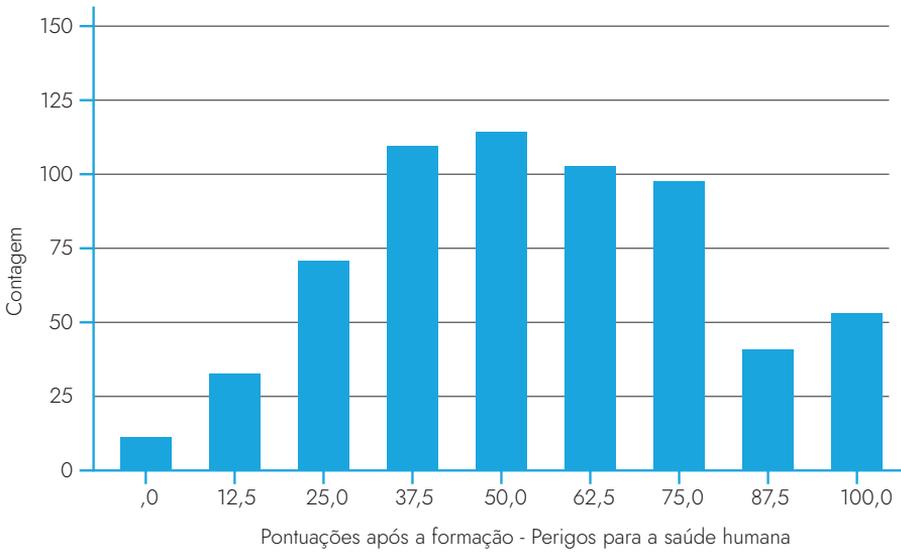
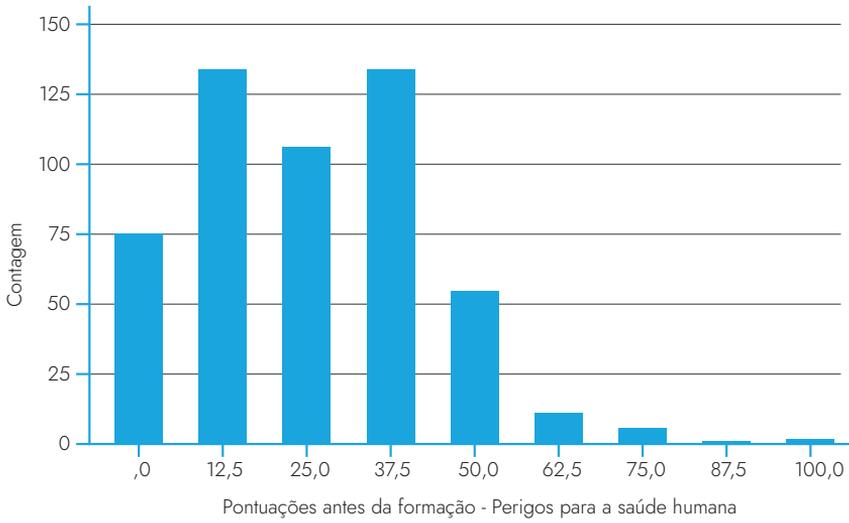


FIGURA 6: DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSIFICAÇÕES, NA ESCALA DE 0% A 100%, DE COMPARAÇÃO DOS VALORES OBTIDOS, ANTES VERSUS APÓS A FORMAÇÃO, PARA A CLASSE DE PICTOGRAMAS DE PERIGOS PARA A SAÚDE HUMANA.

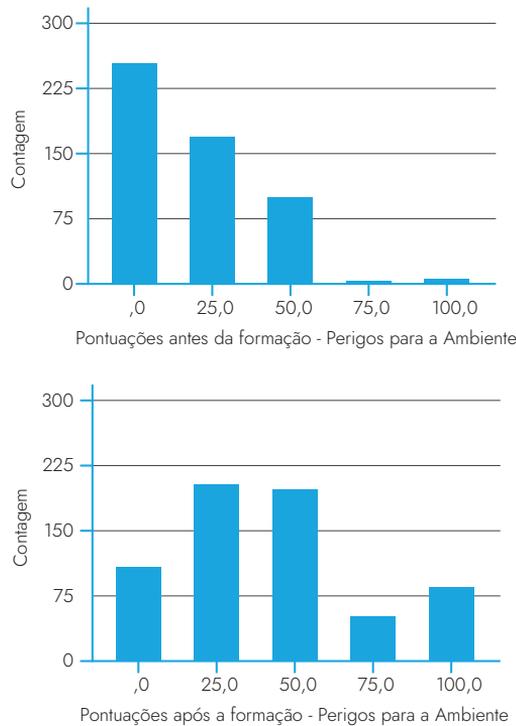


FIGURA 7: DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSIFICAÇÕES, NA ESCALA DE 0% A 100%, DE COMPARAÇÃO DOS VALORES OBTIDOS, ANTES VERSUS APÓS A FORMAÇÃO, PARA A CLASSE DE PICTOGRAMAS DE PERIGOS PARA O AMBIENTE.

Em termos evolutivos no global, concluiu-se que o nível de conhecimentos gerais dos estudantes antes de ser dada a formação, referentes a esta matéria, apresentava um nível insatisfatório (média de 30,75% num máximo de 100%), ou seja, um nível médio muito abaixo do que seria desejável em termos dos conceitos pré-adquiridos naquela fase, e que posteriormente, com a formação efetuada no contexto de sala de aula, a pontuação média duplicou para 61,19%, mas mesmo assim no pictograma correspondente a “nocivo / perigoso para a camada de ozono”, a pontuação média foi 24,45%. Portanto, o nível médio de conhecimento aumentou com a introdução da formação, no entanto, considera-se que este nível de conhecimento não permite inferir um desempenho adequado para minimizar o impacto ambiental, a ocorrências de acidentes de trabalho e de doenças profissionais.

ANÁLISE POR ÁREA DE FORMAÇÃO, POR IDADE E POR ESTATUTO

Com base na Figura 8, verificou-se que antes da formação, as classificações foram de um modo geral mais baixas na área de Ciências Económicas e Jurídicas comparativamente com as áreas de Engenharia e Tecnologia e de Saúde e Desporto. Por outro lado, após a formação, a dispersão das classificações foi mais equilibrada entre áreas, apresentando valores centrais mais elevados.

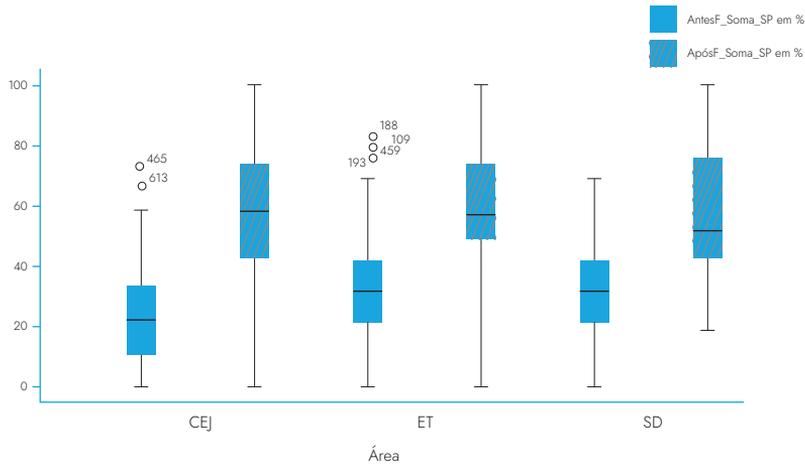


FIGURA 8: BOXPLOTS DAS CLASSIFICAÇÕES, NA ESCALA DE 0% A 100%, DE COMPARAÇÃO DOS VALORES OBTIDOS, ANTES DA FORMAÇÃO E APÓS A FORMAÇÃO, ENTRE AS ÁREAS DE FORMAÇÃO.

De acordo com a Figura 9, observou-se que antes da formação, as classificações foram mais dispersas no grupo etário da camada mais jovem, entre os 18 e os 20 anos inclusive, e diminuindo sucessivamente nos dois grupos etários seguintes. Após a formação, a dispersão total das classificações foi mais elevada entre os 21 e os 24 anos inclusive, e a menor dispersão ocorreu no grupo etário a partir dos 25 anos inclusive. Para todos os grupos etários considerados, as pontuações mostraram valores centrais essencialmente mais elevados após a formação comparativamente com os que foram verificados antes da formação.

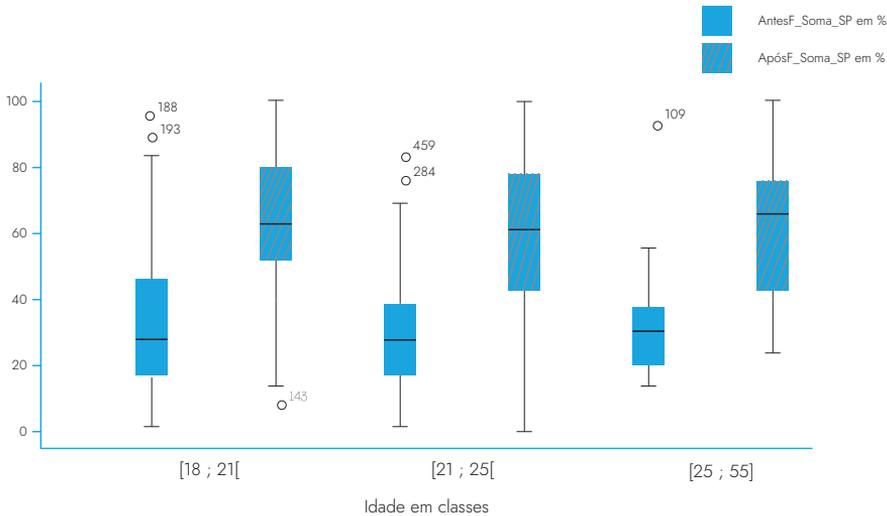


FIGURA 9: BOXPLOTS DAS CLASSIFICAÇÕES, NA ESCALA DE 0% A 100%, DE COMPARAÇÃO DOS VALORES OBTIDOS, ANTES DA FORMAÇÃO E APÓS A FORMAÇÃO, ENTRE OS GRUPOS ETÁRIOS.

Na Figura 10, constatou-se que antes da formação, as pontuações obtidas pelos estudantes com estatuto de trabalhador evidenciaram menor dispersão global e com valores centrais um pouco mais baixos. Após a formação, a dispersão e distribuição dos valores não mostraram diferenças significativas visíveis consoante o tipo de estatuto do estudante, mas uma vez mais estas classificações mostraram-se mais elevadas em comparação com as existentes antes da formação.

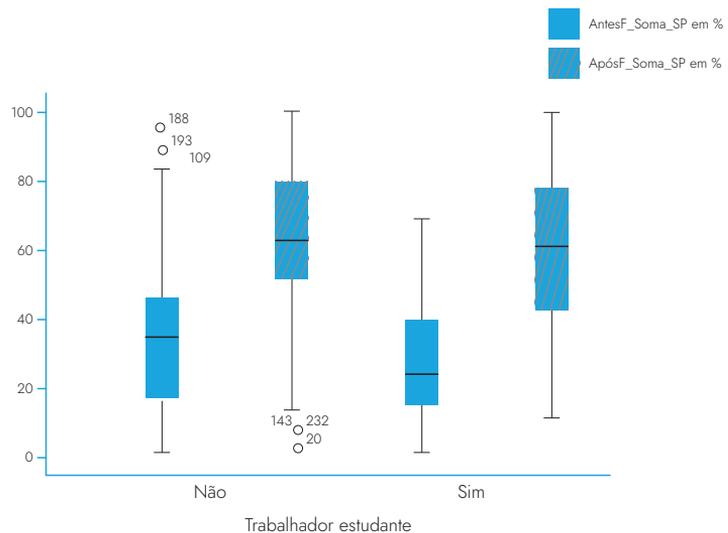


FIGURA 10: BOXPLOTS DAS CLASSIFICAÇÕES, NA ESCALA DE 0% A 100%, DE COMPARAÇÃO DOS VALORES OBTIDOS, ANTES DA FORMAÇÃO E APÓS A FORMAÇÃO, ENTRE OS TRABALHADORES ESTUDANTES OU NÃO.

TESTES DE HIPÓTESES

Foram formuladas e testadas as hipóteses descritas de seguida, para avaliar em termos significativos, a existência ou não da influência no nível de conhecimento, consoante algumas das características demográficas, com base nas pontuações obtidas, em relação aos nove pictogramas de substâncias perigosas (Marôco, 2018).

1.º TESTE DE HIPÓTESES

Hipótese nula: A classificação média obtida em relação aos pictogramas é igual antes e após a formação.

Hipótese alternativa: A classificação média obtida em relação aos pictogramas é superior após a formação.

Quando se analisou se a classificação média obtida nas fichas de trabalho, relativamente aos pictogramas, era significativamente superior após ter sido efetuada a formação, através de um Teste T de amostras emparelhadas, com p-value aproximadamente nulo, concluiu-se que a classificação média sofreu um aumento bastante significativo após a formação, dado que a média da diferença foi de 31,55 (intervalo de confiança da diferença a 95% de confiança: [29,43 ; 33,67]).

2.º TESTE DE HIPÓTESES

Hipótese nula: As classificações obtidas em relação aos pictogramas são iguais entre as várias áreas de estudo.

Hipótese alternativa: As classificações obtidas em relação aos pictogramas não são iguais entre as várias áreas de estudo.

Para investigar se as classificações obtidas relativamente aos pictogramas eram ou não significativamente diferentes entre as várias áreas de estudo (CEJ, ET e SD), antes e após a formação, utilizou-se um Teste de Kruskal-Wallis para 3 amostras independentes (a Normalidade dentro dos grupos (CEJ, ET e SD) não estava garantida). Verificou-se evidência estatística para considerar que as classificações dos estudantes foram distintas em pelo menos uma das áreas CEJ, ET e SD, antes da formação (p-value do respetivo teste foi aproximadamente 0). Ao realizarem-se os Testes de Comparações Múltiplas, e de acordo com a Tabela 3, chegou-se à conclusão de que as classificações foram significativamente superiores para estudantes nas áreas de Engenharia e Tecnologia (ET) e de Saúde e Desporto (SD) comparativamente com a área das Ciências Económicas e Jurídicas (CEJ), o que não é de estranhar pois muitos destes estudantes deveriam estar habituados a frequentar laboratórios e por isso conhecedores de alguma da sinalética em estudo. Após a formação, os resultados do teste de Kruskal-Wallis (p-value = 0,320) permitiram concluir que as classificações dos estudantes não foram significativamente diferentes entre as áreas em causa.

| Amostra 1 - Amostra 2 | Estatística do teste | | | |
|-----------------------|----------------------|--------------|-----------------------------|---------|
| | Estatística do teste | Erros Padrão | Estatística do teste Padrão | p-value |
| CEJ - ET | -87,654 | 15,464 | -5,668 | 0,000 |
| CEJ - SD | -91,348 | 29,330 | -3,114 | 0,002 |
| ET - SD | -3,693 | 27,370 | -0,135 | 0,893 |

TABELA 3: COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS DAS CLASSIFICAÇÕES, POR ÁREA DE ESTUDO, ANTES DA FORMAÇÃO. CADA LINHA TESTA A HIPÓTESE NULA EM QUE AS DISTRIBUIÇÕES DE AMOSTRA 1 E AMOSTRA 2 SÃO IGUAIS. AS SIGNIFICÂNCIAS ASSINTÓTICAS DOS TESTES BILATERAIS SÃO EXIBIDAS.

3.º TESTE DE HIPÓTESES

Hipótese nula: As classificações obtidas em relação aos pictogramas são iguais consoante a idade para antes e após a formação, respetivamente.

Hipótese alternativa: As classificações obtidas em relação aos pictogramas não são iguais consoante a idade para antes e após a formação, respetivamente.

Considerando os três grupos etários mencionados, pretendia-se saber se as classificações obtidas relativamente aos pictogramas eram influenciadas ou não significativamente pela idade, antes e após a formação. Para tal, utilizou-se um Teste de Kruskal-Wallis (para 3 amostras independentes) e concluiu-se, para ambas as situações de formação, que as classificações dos estudantes não foram significativamente distintas consoante a idade (p-value = 0,462 e p-value = 0,277, respetivamente).

4.º TESTE DE HIPÓTESES

Hipótese nula: As classificações obtidas em relação aos pictogramas são iguais consoante o estatuto de trabalhador para antes e após a formação, respetivamente.

Hipótese alternativa: As classificações obtidas em relação aos pictogramas não são iguais consoante o estatuto de trabalhador para antes e após a formação, respetivamente.

O facto de um estudante ser ou não trabalhador não influenciou significativamente as classificações obtidas em relação aos pictogramas, nem antes nem após a formação, de acordo com um Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes e respetivos p-values praticamente superiores ou iguais a 5%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tinha como objetivos i) avaliar o nível de perceção dos estudantes de Cursos Técnicos Superiores Profissionais de uma instituição do ensino superior sobre os pictogramas definidos pelo GHS, ii) compreender de que modo a estratégia formativa trabalhada com os estudantes contribuiu para a mudança conceptual sobre a interpretação dos pictogramas de substância perigosas e iii) realçar a importância do conhecimento dos pictogramas de substâncias perigosas de forma a minimizar o potencial de ocorrência de acidentes ambientais, acidentes de trabalho e de doenças profissionais. Pela análise dos dados, esta amostra permitiu tirar importantes conclusões, constando-se melhorias significativas das classificações médias após a lecionação dos conteúdos referentes aos pictogramas. Para as três classes de perigos, concluiu-se que a classe dos Perigos Físicos foi aquela em que os estudantes detinham um nível médio de conhecimento mais elevado, quer a priori quer a posteriori da lecionação em sala de aula dos conteúdos em causa, seguindo-se a classe dos Perigos para a Saúde Humana, e com resultados pouco satisfatórios a classe dos Perigos para o Ambiente. Considera-se que a estratégia formativa trabalhada com os estudantes contribuiu para a mudança conceptual da interpretação de alguns pictogramas de substâncias perigosas, nomeadamente para três dos nove pictogramas (“gás sob pressão”, “comburente” e “perigo grave para a saúde”), em que a maioria dos estudantes tinham respondido Não Sabe/Não Responde antes da formação.

Considera-se também que a estratégia formativa utilizada surtiu mais efeito nos estudantes das áreas de Engenharia e Tecnologia e de Saúde e Desporto, uma vez que conseguiram obter significativamente melhores resultados comparativamente com a área das Ciências Económicas e Jurídicas, antes da formação, enquanto após a formação não foram observadas diferenças significativas nas classificações entre as áreas consideradas. Constatou-se ainda que a idade (estruturada por grupos etários) e a situação de ser ou não estudante trabalhador não influenciaram significativamente os resultados das classificações, quer antes quer após a formação.

Globalmente, o nível médio de conhecimento aumentou de forma satisfatória com a introdução da formação, no entanto, considera-se que com este nível de conhecimento, não é garantido um desempenho apropriado em contexto laboral para minimizar o impacto ambiental, a ocorrências de acidentes de trabalho e de doenças profissionais. Os resultados indicam a necessidade emergente de adequação e melhoria das metodologias de aprendizagem, desde o ensino básico até ao ensino secundário (escolaridade obrigatória), uma vez que nem todos os jovens adultos ingressam no ensino superior. Esta necessidade de melhoria dos conteúdos programáticos também deverá ser ponderada nos currículos do ensino superior para atingir um nível de excelência, uma vez que está em causa a saúde humana e o impacto negativo no ambiente.

REFERÊNCIAS

- Ackermann-Liebrich, U., Braun, C., & Rapp, R. (1992). Epidemiologic analysis of an environmental disaster: the Schweizerhalle experience. *Environ. Res.*, 58, 1-14.
- ACT (2021, setembro). Rotulagem e Etiquetagem de Embalagens – Cartaz alusivo à rotulagem e etiquetagem de embalagens, contemplando as exigências do CLP/GHS. [https://www.act.gov.pt/\(pt-PT\)/Publicacoes/Paginas/Cartazes.aspx](https://www.act.gov.pt/(pt-PT)/Publicacoes/Paginas/Cartazes.aspx).
- Almeida, T., Fernandes, A., Marques, E., Carneiro, L., Carvalho, M., & Xavier, V. (2016) Guia geral para controlo da exposição a agentes químicos. ACT, Lisboa (ISBN 978-989-8076-99-1).
- Bagagiolo, G., Vigoroso, L., Caffaro, F., Cremasco, M. M., & Cavallo, E. (2019). Conveying Safety Messages on Agricultural Machinery: The Comprehension of Safety Pictorials in a Group of Migrant Farmworkers in Italy. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16, 4180-92.
- Barkley, E. F. (2018). Terms of engagement: understanding and promoting student engagement in today's College classroom. In K. Matsushita (Ed.), *Deep Active Learning: Toward greater depth in University Education* (pp. 35-57). Singapura: Springer Nature.
- Boelhouwer, E., Davis, J., Franco-Watkins, A., Dorris, N., & Lungu, C. (2013). Comprehension of hazard communication: effects of pictograms on safety data sheets and labels. *J. Safety Res.*, 46, 145-55.
- Caffaro, F., & Cavallo, E. (2015). Comprehension of safety pictograms affixed to agricultural machinery: A survey of users. *J. Safety Res.*, 55, 151-8.
- CAS. (2021). CAS DATA – CAS Registry. Consultado em 2 de julho e disponível em: <https://www.cas.org/support/documentation/cas-databases>.
- EU-OSHA – Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (2012, setembro). Perigo: químicos! Explicação dos pictogramas de perigo. [file:///C:/Users/silvi/Downloads/online_121031_PT_EU-OSHA_chemical_hazard_pictograms_leaflet_lc%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/silvi/Downloads/online_121031_PT_EU-OSHA_chemical_hazard_pictograms_leaflet_lc%20(4).pdf).
- Freitas, C., Porte, M., & Gomez, C. (1995). Acidentes químicos ampliados: um desafio para a saúde pública. *Rev. Saúde Pública*, 29(6), 503-14. Gomes, S. (2018). Substâncias e misturas perigosas. Relação do REACH e CLP com a legislação SST – Algumas notas. *Proteger*, 34, 27-32.
- Hill, R. H., Jr (2021). Building Strong Cultures with Chemical Safety Education, *Journal of Chemical Education*. 98, 113-117.
- International Organization for Standardization. (2015). Environmental management systems – Requirements with guidance for use (ISO Standard No. 14001:2015).
- International Organization for Standardization. (2018). Occupational health and safety management systems –Requirements with guidance for use (ISO Standard No. 45001:2018).
- Khan, F. I., & Abbasi, S.A. (1999). Major accidents in process industries and an analysis of causes and consequences, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 12, 361-78.
- Liu, L., Hölscher, U. M., & Gruchmann, T. (2005). Symbol Comprehension in Different Countries: Experience Gained from Medical Device Area. In A. Auinger (Eds.), *Workshops—Proceedings der 5. fachübergreifenden Konferenz Mensch und Computer* (pp. 81-87). Oesterreichische Computer Gesellschaft, Wien.

Luria, G., & Rafaeli, A. (2008). Testing safety commitment in organizations through interpretations of safety artifacts. *J. Safety Res.*, 39, 519-28.

Marôco, J. (2018). *Análise Estatística com o SPSS Statistics*, 7.ª ed., ReportNumber.

Ministério da Economia e do Emprego (2012). Decreto-Lei n.º 24/2012, de 6 de fevereiro. *Diário da República* n.º 26/2012, Série I de 2012-02-06, pp. 580-589.

Mizokami, S. (2018). Deep active learning from perspectives of active learning theory. In K. Matsushita (Ed.) *Deep Active Learning: Toward greater depth in University Education*, 79-91. Singapura: Springer Nature.

Monteiro, S., Heleno, M., & Ispolnov, K. (2016) Perception of Chemical Hazard through Chemical Labeling, a Case of Study. In *Proceedings of ICERI2016 – 9th Annual International Conference on Education, Research and Innovation* (pp. 7621-7627). Seville, Spain. ISBN 978-84-617-5895-1

Monteiro, S., Heleno, L., Sebastião, F., Ispolnov, K., & Santos, O. (2020). Reconhecimento da sinalética de segurança: a sua influência na redução de acidentes e minimização do impacto ambiental. *ambientALMENTEsustentable*, 27(2), 69-81.

OIT – Organização Internacional do Trabalho (2011). *Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho: Um instrumento para uma melhoria contínua.* (ed. Abril 2011). Lisboa: OIT – Organização Internacional do Trabalho.

OIT – Organização Internacional do Trabalho (2013). *A Segurança e a Saúde na utilização de produtos químicos no trabalho.* Consultado a 11 de junho e disponível em: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/—europe/—ro-geneva/—ilo-lisbon/documents/publication/wcms_714590.pdf.

Palaszewska-Tkacz, A., Czerczak, S., & Konieczko, K. (2017). Chemical incidents resulted in hazardous substances releases in the context of human health hazards. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health*, 30(1), 95-110.

Parlamento Europeu (2000). Resolução do Parlamento Europeu sobre o desastre ecológico causado por um derrame de cianeto de uma mina de ouro romena nos rios Lepos, Samos, Tisza e Danúbio, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, C 339 de 29/11/2020. Consultado a 2 de julho e disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52000IP0164&from=EN>.

Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia (2007). Regulamento (CE) N. 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho de 18 de Dezembro de 2006 relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos. L396 de 30 de Dezembro de 2006, retificada em L 136 de 29 de Maio de 2007.

Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia (2008). Regulamento (CE) N. 1272/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro de 2008, relativo à classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas. L 353 de 31 de Dezembro de 2008, retificada a 10 de Maio de 2021.

Shakoor, A., Shahzad, S. M., Farooq, T.H., & Ashraf, F. (2020). Future of ammonium nitrate after Beirut (Lebanon) explosion. *Environmental Pollution*, 267, 1-2.

Su, T.-S., Hsu, I.-Y. (2008). Perception towards chemical labeling for college students in Taiwan using Globally Harmonized System. *Safety Science*, 46(9), 1385-92.

Ta, G. C., Bin Mokhtar, M., Bin Mohd Mohktar, Hj. A., Bin Ismail, A., Bin Hj. Abu Yazid, M. F. (2010). Analysis of the Comprehensibility of Chemical Hazard Communication Tools at the Industrial Workplace. *Industrial Health*, 48, 835-44.

Ulger, K. (2018). The effect of problem-based learning on the creative thinking and critical thinking disposition of students in visual arts education. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(1).

United Nations (2015). *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)*. (6th Ed). ISBN 978-92-1-057320-7, New York and Geneva.

Wood, M. H., & Fabbri, L. (2019). Challenges and opportunities for assessing global progress in reducing chemical accident risks. *Progress in Disaster Science*, 4, 100044.

Wu, K., Jin, X & Wang, X. (2021). Determining University Students' Familiarity and Understanding of Laboratory Safety Knowledge-A Case Study. *Journal of Chemical Education*. 98, 434-438.

Yew, E. H. J. & Goh, K. (2016). Problem based learning: An overview of its process and impact on learning. *Health Professions Education*, 2, 75-79.

Zamanian, Z., Afshin, A., Davoudiantalab, A. H., & Hashemi, H. (2013). Comprehension of workplace safety signs: A case study in Shiraz industrial park. *JOHE*, 2(1-2), 37-43.

