

O Ensino da Física para estudantes de Engenharia: elementos potenciadores do seu sucesso.

Nilza Costa¹, Paulo C. Oliveira², Cristina G. Oliveira¹

¹Departamento de Educação e Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Professores (CIDTFF), Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal.

²Departamento de Engenharia Eletrotécnica, Instituto de Engenharia do Porto, Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431, 4200-072 Porto, Portugal.

E-mail: nilzacosta@ua.pt

(Recibido el ####; aceptado el ####) [Las fechas serán añadidas por el editor]

Abstract

O insucesso escolar em disciplinas introdutórias de Física, nomeadamente em Cursos Superiores da área da Engenharia em Portugal e noutros Países, é uma realidade que tem vindo a ser referida por diversos autores [1, 2]. Independentemente da complexidade das razões que lhe estão subjacentes, temos vindo a realizar investigações que nos evidenciam que é possível melhorar a motivação e o envolvimento dos estudantes, assim como, os seus resultados de aprendizagem [3]. As investigações realizadas, e que reportaremos na nossa comunicação, têm mostrado que existem pelo menos dois fatores que conduzem a essa melhoria, a saber: (a) um novo desenho curricular, promotor de aprendizagem ativa nos estudantes e (b) o desenvolvimento profissional dos docentes, em particular conseguido através do trabalho colaborativo entre estes e investigadores da Didática de Física no Ensino Superior.

A presente comunicação tem por objetivos (a) apresentar, fundamentadamente (do ponto de vista teórico e sustentado por evidências empíricas), estratégias e instrumentos usadas no ensino introdutório de Física (por exemplo, o recurso a perguntas conceptuais, a elementos integradores curriculares) e discutir o seu impacto ao nível das aprendizagens dos estudantes e (b) analisar como o trabalho colaborativo entre docentes e investigadores é promotor de práticas de ensino e aprendizagem de maior sucesso educativo.

Palavras chave: Ensino da Física, Aprendizagem Ativa, Trabalho Colaborativo, Ensino Superior

Resumen

El fracaso escolar en los cursos introductorios de Física, en particular en los Cursos de Ingeniería, es una realidad que ha sido referida por varios autores [1, 2]. Aparte la complejidad de las razones subyacentes, seguimos realizando investigaciones en ese contexto que nos prueban que es posible mejorar la motivación y la participación de los estudiantes, así como sus resultados de aprendizaje [3]. Las investigaciones llevadas a cabo, y que vamos a presentar en esta comunicación, han demostrado que hay por lo menos dos factores que llevan a esta mejora, es decir: un nuevo plan curricular, promotor del aprendizaje activo de los estudiantes y (b) el desarrollo profesional de los profesores, en particular, logrado por un trabajo colaborativo entre estos y los investigadores de Didáctica de la Física de Educación Superior.

Esta comunicación tiene por objetivo (a) presentar las estrategias y los instrumentos (desde el punto de vista teórico apoyado por evidencias empíricas) utilizados en la enseñanza introductoria de la Física (por ejemplo, el recurso a cuestiones conceptuales y a elementos integradores del sistema curricular) y analizar su impacto en relación al nivel de aprendizaje de los estudiantes e (b) ilustrar cómo el trabajo colaborativo entre profesores e investigadores es promotor de las prácticas de mayor éxito educativo de enseñanza y aprendizaje.

Palabras clave: Enseñanza de la Física, Aprendizaje Activo, Trabajo Colaborativo, Educación Superior.

PACS: 01.40.Fk, 01.40.J-, 01.40.gb. **ISSN 1870-9095**

I. Introdução

Nos últimos anos a investigação educacional sobre o Ensino Superior tem vindo a questionar a forma tradicional utilizada no processo de ensino e aprendizagem, nomeadamente, no que diz respeito à sua centralidade na transmissão de conhecimentos pelo professor. No caso do

Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. #, No. #, Month ### Year

ensino da Física, e em particular em Cursos de Engenharia, vários estudos têm sido realizados e os resultados podem ser sintetizados da seguinte forma:

- para muitos estudantes de Engenharia, o ensino tradicional não produz resultados positivos ao nível das suas aprendizagens, uma vez que, estes têm dificuldades em compreender a importância da Física e não

69 aprendem, adequadamente, os conceitos nem a sua
70 aplicação na resolução de problemas [4, 5, 6, 7];
71 • os estudantes não são “tábuas rasas” prontas a ser
72 preenchidas com informações transmitidas pelos
73 professores. Os seus conhecimentos prévios, as suas
74 experiências e atitudes afetam significativamente as
75 suas aprendizagens [8, 9].
76 • os processos de ensino deverão proporcionar aos
77 estudantes ambientes nos quais eles possam melhorar a
78 sua aprendizagem, ajudando-os a alterar as suas
79 concepções prévias e atitudes. Isto só é possível se os
80 estudantes forem elementos ativos na sua aprendizagem
81 [2].

82
83 O ensino tradicional praticado, ainda, em muitas salas de
84 aula de Instituições de Ensino Superior, nomeadamente em
85 Portugal, é baseado na transmissão de conhecimentos [1,
86 10]. Neste tipo de ensino, o estudante é considerado um
87 mero recetor de informação, muitas vezes memorizando
88 mais do que compreende, adotando um papel passivo [11,
89 12]. Assim, os estudantes não conseguem desenvolver
90 conhecimentos científicos e competências, mantendo
91 inalteradas as concepções que foram construindo ao longo do
92 tempo. A alteração deste cenário obriga a que os estudantes
93 deixem o seu papel passivo e se tornem elementos ativos
94 nas suas aprendizagens [4, 13, 14, 15, 16, 17, 18]. A
95 aprendizagem dos estudantes no Ensino Superior deve,
96 assim, centrar-se no desenvolvimento ativo da compreensão
97 e da capacidade de mobilização de conhecimentos a
98 situações práticas variadas. Pode-se resumir o que se
99 acabou de referir numa ideia simples: a mudança do
100 estudante como sujeito passivo no processo de ensino e
101 aprendizagem para o estudante como sujeito ativo no
102 mesmo [3, 19].

103 Esta mudança implica que os professores promovam
104 ambientes geradores de aprendizagem ativa. Embora o
105 termo aprendizagem ativa seja do conhecimento de muitos
106 professores, o significado que lhe é atribuído na literatura
107 não coincide sempre com o deles [20]. Por exemplo, alguns
108 professores consideram que aprender ativamente implica
109 apenas a realização de atividades (mesmo que rotineiras) e
110 que os estudantes estão ativos quando ouvem uma
111 apresentação de um determinado conteúdo ou é feita a
112 resolução de um exercício pelo professor. No entanto, a
113 literatura sugere que estar ativo é muito mais do que
114 simplesmente ouvir, deve envolver os estudantes, através da
115 realização de leituras e sua análise, da escrita, da
116 argumentação, do questionamento e da resolução de
117 problemas [19, 20].

118 Na secção seguinte será desenvolvido o conceito de
119 aprendizagem ativa, assim como de estratégias que a
120 promovam.

121
122
123
124
125

126 II. APRENDIZAGEM ATIVA E ESTRATÉGIAS 127 PARA A SUA PROMOÇÃO

128
129 Existem várias definições de aprendizagem ativa na
130 literatura, porém a maior parte delas refere as seguintes
131 características [20, 21]:

- 132 • os estudantes estão envolvidos nas tarefas propostas,
133 não se limitando só a ouvir;
- 134 • os estudantes estão envolvidos em tarefas de elevado
135 grau cognitivo (análise, síntese, avaliação);
- 136 • o ensino centra-se menos na transmissão de informação
137 e é dada mais atenção ao desenvolvimento de
138 competências dos estudantes;
- 139 • o ensino tem em consideração os valores e atitudes dos
140 estudantes.

141
142 Num contexto de aprendizagem ativa é necessário
143 promover estratégias para que os estudantes se envolvam
144 ativamente nas tarefas que lhe são propostas e, sobretudo,
145 reflitam no que fazem. O uso desse tipo de estratégias em
146 ambiente de sala de aula é extremamente importante para
147 potenciar aprendizagens de qualidade e desenvolver as
148 competências nos e com os estudantes. Alguns estudos [16,
149 17, 22, 23, 24] mostraram que os estudantes preferem as
150 aulas que promovem aprendizagem ativa, quando
151 comparadas com as aulas tradicionais.

152 De seguida, apresenta-se uma síntese de estratégias
153 sugeridas na literatura para promover aprendizagem ativa:

- 154 • **Perguntas conceptuais** - são perguntas de escolha
155 múltipla, formuladas pelo professor, e têm diferentes
156 aplicações, na medida em que, tanto podem ser
157 utilizadas para a apresentação de um tema, para
158 despertar a curiosidade dos estudantes face ao mesmo
159 ou, ainda, para verificação de aprendizagem de
160 conceitos. Neste último tipo, o professor ao obter as
161 respostas das perguntas pode avaliar se os conceitos
162 estão a ser compreendidos pelos estudantes, e estes
163 podem verificar o nível de compreensão dos mesmos.
164 Como estas perguntas são sobre conceitos que, muitas
165 vezes, desafiam o senso comum, levam a que os
166 estudantes não concordem com a resposta científica
167 surgindo, assim, discussões quer entre colegas
168 (aprendizagem entre pares – *peer instruction*), quer com
169 o professor. Estas discussões, segundo diversos autores
170 [14, 21, 25], são promotoras de mudança conceptual.
- 171 • **Folhas de dúvidas/perguntas** - solicita-se aos
172 estudantes que, no final da aula, escrevam numa folha
173 de papel as suas dúvidas sobre a aula e/ou perguntas que
174 gostassem de ver respondidas, mas que na aula não
175 houve oportunidade de as colocar [26, 27, 28]. Este tipo
176 de estratégia permite aos estudantes a reflexão sobre os
177 conteúdos abordados, a reorganização conceptual da
178 informação recebida, e o desenvolvimento da
179 competência de questionamento. O professor ao analisar
180 o conteúdo das folhas, após o seu preenchimento pelos
181 estudantes, avalia, em particular, a profundidade dos
182 conhecimentos, na medida em que as dúvidas/perguntas
183 podem ser classificadas como pertencentes a diferentes

- 184 níveis cognitivos. Alguns estudos defendem que uma
 185 pergunta de qualidade elevada requer do estudante
 186 poder de aplicação, análise, síntese e avaliação, e que as
 187 perguntas de qualidade inferior são aquelas em que o
 188 estudante solicita apenas uma informação ou a
 189 compreensão superficial de um assunto [19]. Este tipo
 190 de estratégia também promove a interação professor-
 191 estudante porque dá oportunidade aos estudantes de
 192 fazerem perguntas que, de outra forma, não seriam
 193 apresentadas ao professor. Existem estudantes que se
 194 sentem constrangidos em falar em público e ao
 195 escreverem as suas dúvidas não se expõem,
 196 conseguindo, de uma forma indireta, falar com o
 197 professor e receber feedback às suas questões [19, 29].
- 198 • **Feedback** - é toda a informação que o professor fornece
 199 ao estudante acerca da sua prestação ou desempenho e
 200 tem uma finalidade essencialmente formativa e
 201 formadora. Vários estudos demonstram que o feedback
 202 pode ser uma estratégia de avaliação promotora de
 203 aprendizagem ativa [30, 31, 32, 33, 34]. Para Biggs &
 204 Tang [31] há que distinguir dois tipos de avaliação, a
 205 sumativa e a formativa, que têm objetivos e efeitos
 206 diferentes nos estudantes. A avaliação sumativa é feita,
 207 geralmente, após o ensino e informa os estudantes se a
 208 sua aprendizagem correspondeu ou não ao que era
 209 esperado. Por sua vez, a avaliação formativa é feita
 210 durante o processo de aprendizagem e informa os
 211 estudantes (e também os professores) de como esta está
 212 a evoluir e quais as ações a tomar para que ela melhore.
 213 A importância do feedback no processo de avaliação,
 214 nomeadamente de carácter formativo, merece na
 215 literatura atual grande destaque. Contudo, para que este
 216 feedback seja eficaz é necessário que os estudantes
 217 tenham consciência do que já aprenderam, e do que
 218 ainda falta aprender, e saibam, por isso, o que é
 219 esperado deles. O feedback deve dar, ainda, a
 220 informação necessária para que os estudantes
 221 minimizem esta diferença [31, 33, 35]. Em conclusão,
 222 pode-se afirmar que o feedback, no processo de
 223 avaliação formativa, é de importância elevada para a
 224 aprendizagem dos estudantes. Para que tenha resultados
 225 positivos implica, contudo, uma interação colaborativa
 226 intensa e atempada entre professor e estudantes. Este
 227 procedimento traz grandes vantagens para o estudante,
 228 pois permite que este se aperceba se o seu desempenho
 229 está próximo do pretendido. Caso o esteja serve de
 230 motivação para continuar. Caso contrário, pode ser
 231 motivo de incentivo ao seu desenvolvimento. Neste caso
 232 temos um processo de aprendizagem ativa
 233 fundamentada na interação com o professor.
 - 234 • **Trabalho de grupo** - permite que os estudantes reflitam
 235 e discutam com os seus pares, em particular sobre o que
 236 aprenderam tornando-os mais ativos e responsáveis pelo
 237 seu desenvolvimento [36, 37]. O trabalho de grupo pode
 238 ser eficaz para a aprendizagem, pois oferece aos
 239 estudantes a oportunidade de [36, 38, 39]:
 240 o partilhar conceitos e procedimentos;
 241 o desenvolver competências de argumentação e
 242 manipulação de ideias;
- 243 o refletir sobre o que aprenderam.
- Vários estudos mostram [36, 38, 40, 41] que as
 respostas a problemas complexos, obtidas através do
 trabalho de grupo, são melhores, mais estruturadas e
 fundamentadas que as obtidas através do trabalho
 individual.
- **Trabalhos Para Casa (TPC)** - são tarefas que são
 atribuídas aos estudantes para serem realizadas fora da
 sala de aula. Os efeitos dos TPC em várias disciplinas
 revelaram que a marcação e a realização dos mesmos
 têm efeitos positivos no rendimento escolar. Os efeitos
 quase triplicam quando os professores dedicam tempo a
 classificá-los ou a avaliá-los, a corrigi-los e a fazer
 comentários específicos sobre o que pode ser
 melhorado, por outras palavras, se o professor fornecer
 feedback aos estudantes, assim como discutir os
 exercícios e as respetivas soluções com os estudantes,
 tanto a nível individual como com toda a turma [42].
 Por outro lado, os TPC constituem, também, um
 elemento importante para orientar o trabalho autónomo
 do estudante.
 - **Resolução de Problemas** - segundo Watts [43] a
 “*resolução de problemas é aprendizagem ativa*” (p.4),
 uma vez que os estudantes têm que tomar a
 responsabilidade do problema e da sua resolução antes
 de poderem alcançar a solução. Para este autor, a
 resolução de problemas envolve um conjunto de
 competências que são desenvolvidas através do
 envolvimento dos estudantes na sua resolução, podendo
 estas ser usadas, novamente, em outras ocasiões.
 Solucionar problemas reais é uma tarefa que se espera
 de um engenheiro. Assim, faz todo o sentido que o
 processo de ensino dos estudantes desta área passe pelo
 desenvolvimento de competências que permitam
 resolver problemas desde as primeiras disciplinas do
 ensino superior.
 - **Elemento Integrador** - é uma estratégia didática capaz
 de integrar os conteúdos e raciocínios desenvolvidos
 numa disciplina. Fá-lo através de um projeto constituído
 por problemas e tarefas que são propostos aos
 estudantes [3]. Na procura de potenciar a sua relevância
 para os estudantes, o projeto apresenta uma vertente de
 aplicação ao mundo real, e fá-lo através da escolha de
 um contexto, ou situação, próximo do futuro
 profissional dos estudantes [44]. As tarefas propostas
 podem desenrolar-se ao longo do semestre, serem
 dependentes umas das outras e, no final, devem ser
 integradas conjuntamente e apresentadas sob a forma de
 um relatório. O desenvolvimento de um Elemento
 Integrador deve incluir várias estratégias de
 aprendizagem ativa nomeadamente: a) trabalho grupo;
 b) resolução de problemas e c) avaliação formativa com
 feedback. Com um Elemento Integrador pretende-se que
 os estudantes, para além de, adquirirem conhecimentos,
 desenvolvam também capacidades de os mobilizar, de
 forma a enfrentar situações que poderão encontrar no
 seu futuro profissional.

302 Com esta abordagem educacional, que incluiu as estratégias
303 acima sumariamente descritas, em que os processos de
304 ensino se centram nos estudantes, responsabilizando-os pela
305 sua aprendizagem, torna-se necessário repensar a formação
306 pedagógica dos docentes. Lecionar é uma atividade
307 complexa que exige a reflexão contínua sobre o que é o
308 ensino e a aprendizagem e uma análise das próprias práticas
309 [45]. Assim, compete a cada docente, preferencialmente
310 com o apoio das instituições a que se encontra vinculado,
311 desenvolver competências ao nível da construção e
312 comunicação de conhecimento, envolver-se em processos
313 de autoformação e de formação com os outros tendo em
314 vista o seu desenvolvimento profissional. Para Canha &
315 Alarcão [46], o desenvolvimento profissional pode ser
316 alcançado através de processos de colaboração entre
317 professores e investigadores em Didática. Entende-se por
318 colaboração todo o processo que envolve pessoas de
319 contextos e experiências profissionais diferentes que
320 trabalham em conjunto, como iguais, para alcançarem
321 benefícios mútuos [47]. A colaboração pode ser vista, ainda,
322 como um compromisso conjunto entre membros de
323 diferentes áreas do conhecimento com o objetivo de planear
324 e proporcionar oportunidades para a melhoria do ensino,
325 das aprendizagens e da formação de professores [47].
326 Uma proposta de colaboração foi avançada por C.G.
327 Oliveira [48] denominada de **Colaboração Disciplinar**.
328 Este tipo de colaboração pode ser definido como um
329 trabalho conjunto que se estabelece entre um investigador
330 em Didática, e que possui formação base na área das
331 disciplinas onde irá intervir, com o(s) professor(es) das
332 respetivas disciplinas mas que não são da área da Educação.
333 A **Colaboração Disciplinar** apresenta várias vantagens,
334 tais como [48]:
335 • **a da proximidade entre o investigador e o professor** –
336 o investigador tendo formação na área da disciplina fala
337 a mesma linguagem disciplinar que o professor. Este
338 facto permite ao professor: ultrapassar algum
339 preconceito em relação à Didática; ultrapassar a barreira
340 de linguagem utilizada pela Didática.
341 • **a da eficácia nas sugestões** – pelo facto de o
342 investigador conhecer os conteúdos a serem abordados
343 pode, com mais facilidade, sugerir estratégias e os
344 respetivos materiais didáticos.
345 • **aumenta a segurança do professor na implementação**
346 **das estratégias** – pelo facto do investigador
347 compreender as dificuldades inerentes aos conteúdos
348 abordados na disciplina e às competências que se
349 pretende desenvolver, traz confiança ao professor na
350 implementação das estratégias sugeridas.
351 • **permite o desenvolvimento profissional**
352 **contextualizado** – uma vez que permite ao professor
353 discutir e refletir sobre as suas práticas, com o
354 investigador, de forma contextualizada.
355 • **aproxima a investigação da prática e vice-versa** –
356 permite que a investigação em Didática tenha impacto
357 na prática e que esta enriqueça, também, o seu domínio
358 de estudo.
359

360 Apresentam-se na secção seguinte dois estudos empíricos
361 realizados pelos dois últimos autores desta comunicação [3,
362 48], sob a supervisão da primeira autora, e onde foram
363 mobilizadas as ideias expostas anteriormente. Em ambos os
364 estudos, integrados em projetos de doutoramento, foram
365 implementadas estratégias de aprendizagem ativa em
366 disciplinas de Física Introdutória a cursos de Engenharia
367 em instituições de Ensino Superior portuguesas. O primeiro
368 estudo foi realizado pelo investigador (segundo autor desta
369 comunicação, P. C. Oliveira, 2009), também professor de
370 Física, na sua prática letiva. O segundo envolveu uma
371 colaboração entre uma professora de Física e uma
372 investigadora em Didática da Física do Ensino Superior
373 (última autora desta comunicação, C. G. Oliveira, 2011).
374
375

376 III. ESTUDOS EMPÍRICOS

377 A. Implementação de estratégias de aprendizagem ativa 378 no Ensino da Física num Curso de Engenharia por um 379 Professor-Investigador 380

381 Este estudo foi realizado na disciplina de Física I do
382 primeiro semestre do primeiro ano do Curso de Engenharia
383 Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP),
384 em Portugal, no ano letivo 2006/07. A disciplina tinha três
385 tipos de aulas: Teóricas (2 horas/semanais), Teórico-práticas
386 (2 horas/semanais) e Práticas (2 horas/semanais). O autor
387 deste estudo foi o responsável pela leção das aulas
388 Teóricas e Teórico-práticas a uma turma, com um total de
389 390 estudantes.
391 Uma das estratégias de aprendizagem ativa implementadas
392 nas aulas Teórico-práticas foi a utilização do Elemento
393 Integrador. Este consistia na elaboração de um projeto de
394 um elevador a que se deu o nome de Projeto do Elevador da
395 Física (PEF). Este projeto tinha dois grandes objetivos:
396 aplicação da Física ao mundo real e a integração dos
397 raciocínios e conteúdos da disciplina num único elemento
398 de estudo. O primeiro objetivo prende-se com o facto de
399 muitos estudantes afirmarem que as leis Físicas têm pouca
400 aplicabilidade nas situações reais. Assim, este projeto foi
401 pensado de forma a tornar os conceitos Físicos relevantes e
402 úteis para os estudantes, e partiu do seguinte problema:
403 “Como aplicar a Física a um elemento real”. O segundo foi
404 encontrar um elemento, neste caso um elevador, que fosse
405 capaz de ser integrador, ou seja, que todos os conteúdos e
406 raciocínios abordados na disciplina pudessem ser estudados
407 numa única entidade coerente. Deste modo, todas as
408 semanas era dada aos estudantes um sub-problema sobre o
409 elevador que estava diretamente relacionada com os
410 conteúdos abordados nas aulas Teóricas. Todos os sub-
411 problemas estavam interligados, não se podendo avançar
412 para o seguinte sem que o anterior estivesse concluído. Para
413 a realização do problema e sub-problemas os estudantes
414 foram organizados em grupos e, em todas as aulas Teórico-
415 práticas, os primeiros 30 minutos eram utilizados para os
416 discutir. Este momento servia para que os estudantes
417 pudessem discutir entre eles e com o professor as
418 abordagens possíveis para a resolução do sub-problema

419 proposto e obterem um rápido feedback para a conclusão do 422
 420 mesmo. A Figura 1 sumariza as características principais do
 421 Elemento Integrador usado. 423

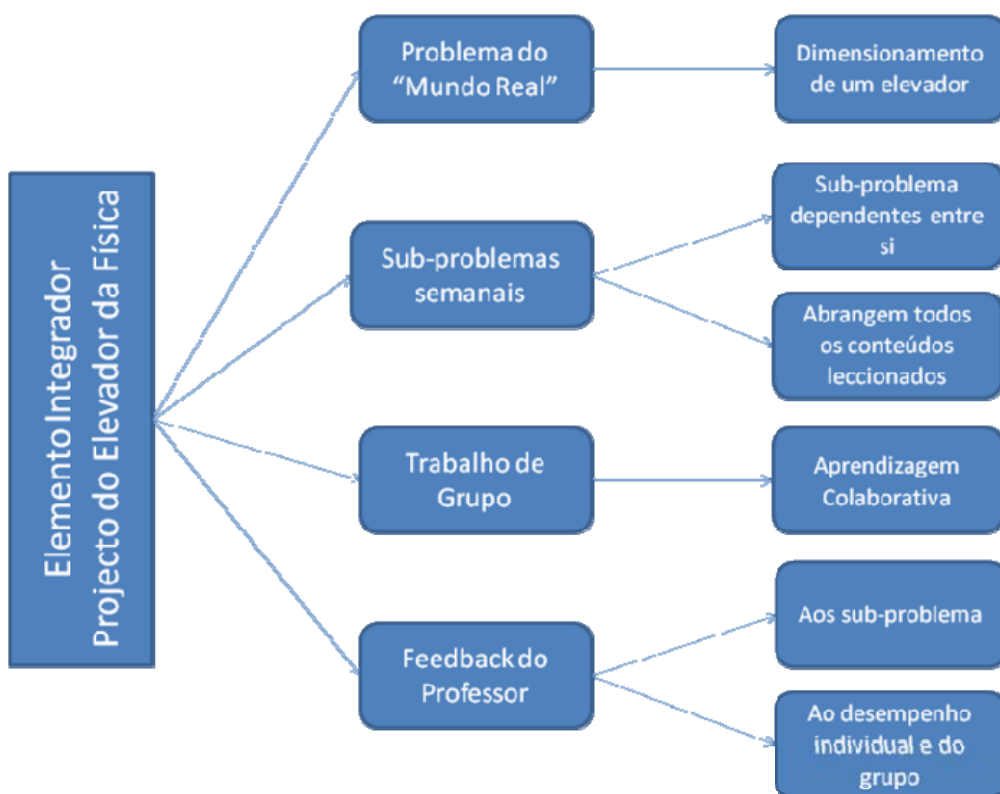


FIGURA 1. Características Principais do Elemento Integrado – Elevador da Física.

424
 425
 426
 427 O primeiro sub-problema, que os vários grupos tiveram que realizar, consistiu na definição das características principais do elevador que iriam projetar, tais como:

- 431 • Tipo de elevador (residencial, hospitalar, de carga...);
- 432 • O número de andares do edifício e respetivo pé direito;
- 433 • O número máximo de pessoas (ou carga máxima) a transportar;
- 434 • As dimensões da cabina;
- 435 • Os valores da velocidade e aceleração máximas;
- 436 • O peso do contrapeso;

438 • Eventualmente outros elementos que o grupo considere necessário.

440
 441 Após definirem as características principais do “seu” elevador, cada grupo de estudantes teve que resolver mais 8 sub-problemas. Na Figura 2 encontram-se dois exemplos destes sub-problemas. No final do semestre, cada grupo teve que elaborar um relatório, em forma de projeto, onde constavam todos os sub-problemas realizados.

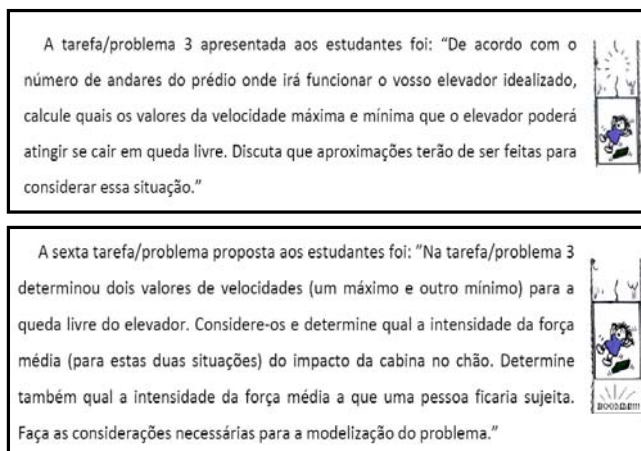


FIGURA 2. Exemplos de sub-problemas usados no Projecto Elevador da Física (PEF).

463 De forma a compreender qual o impacto desta estratégia,
 464 junto dos estudantes, aplicaram-se no final do semestre um
 465 inquérito por questionário e uma entrevista. Obtiveram-se
 466 35 respostas ao questionário e realizaram-se 8 entrevistas.
 467 Os critérios para a seleção dos estudantes para as
 468 entrevistas foram: i) ter frequentado pelo menos 90% das
 469 aulas (Teóricas, Teórico-práticas e de Laboratório); ii)
 470 disponibilidade para ser entrevistado.
 471 O objetivo do questionário era o de conhecer a opinião dos
 472 estudantes sobre o PEF. Este era composto por perguntas de
 473 resposta fechada, associadas a uma escala de *Likert* de 1 a 5
 474 (em que 1 corresponde ao menos favorável e 5 ao mais
 475 favorável). A análise foi realizada com SPSS (*Statistical*
 476 *Package for the Social Sciences*). Considerou-se como
 477 opinião positiva as respostas com valores da escala de
 478 *Likert* superiores a 3 (ou seja, 4 e 5).
 479 Para aprofundar os resultados obtidos no questionário foi
 480 criado um guião de entrevista. A análise de conteúdo das
 481 entrevistas foi feita com o software QSR NVivo 7.

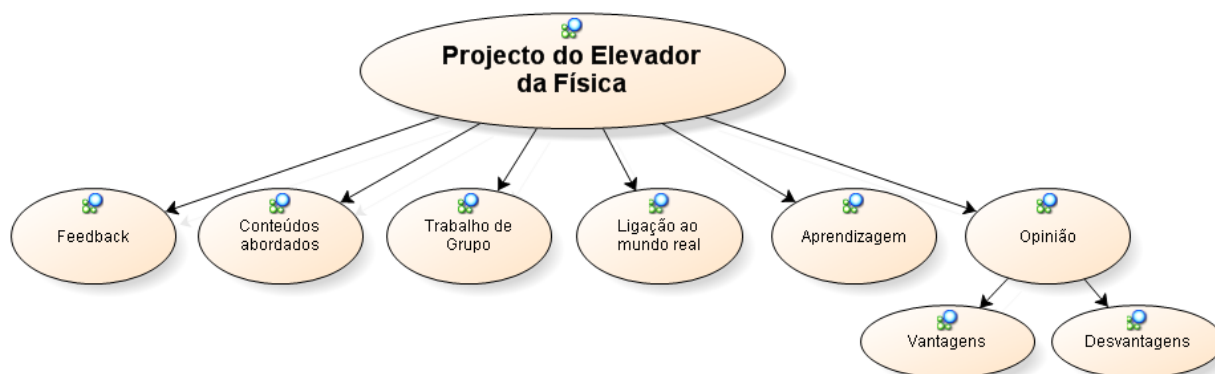
484 A.1. Resultados

485 Nesta secção iremos apresentar os principais resultados
 486

487 obtidos a partir do questionário (Q) e das entrevistas (E).
 488 No final, faremos a triangulação dos resultados obtidos.
 489 Dos resultados das respostas ao questionário podemos
 490 afirmar que para:

- 491 • 83,3% dos estudantes o Projeto do Elevador da Física
 492 foi capaz de promover a interligação dos conteúdos
 493 abordados na disciplina com o “mundo real”.
- 494 • 80% dos estudantes as discussões feitas em grupo sobre
 495 os sub-problemas apresentadas foram úteis para a sua
 496 aprendizagem;
- 497 • 70,0% dos estudantes o Projeto do Elevador da Física
 498 foi um elemento importante para esclarecer os vários
 499 conteúdos abordados no curso;
- 500 • 63,3% dos estudantes o Projeto do Elevador da Física
 501 foi um elemento capaz de promover a sua participação
 502 nas aulas.

503 De forma a aprofundar os resultados do questionário foram
 504 realizadas entrevistas a oito estudantes, numerados de 1 a 8
 505 (E1 a E8). Estas, depois de transcritas, foram analisadas. O
 506 Elemento Integrador - Projeto do Elevador da Física foi
 507 analisado segundo as dimensões e categorias indicadas na
 508 Figura 3.
 509



511
 512
 513 **FIGURA 3.** Dimensões e Categorias de análise do Projeto Elevador da Física.
 514
 515

516 **A Erro! A origem da referência não foi encontrada.** sintetiza os resultados obtidos em função das dimensões de
 517 análise e do número de estudantes.

518
 519 **TABELA I.** Número de estudantes por dimensão analisada

Dimensões	Feedback	Conteúdos abordados	Trabalho de Grupo	Ligação ao mundo real	Aprendizagem	Opinião	
						Vantagens	Desvantagens
Nº de estudantes	6	8	6	7	7	8	0

523
524
525 Dos resultados da Tabela I podemos constatar que 6 dos 8
526 estudantes entrevistados (75,0%) referiram terem tido
527 **Feedback** durante a realização do Projeto do Elevador da
528 Física. Para ilustrar a opinião dos estudantes transcrevem-se
529 dois excertos:

- 530 • “No caso do nosso grupo, nós elaboramos o projeto de
531 uma determinada maneira e quando enviamos o projeto
532 para o professor este achou que o projeto estava com
533 bastantes deficiências...disse que tínhamos que
534 retificar...” (E2);
535 • “Houve feedback por parte do professor às várias
536 versões entregues. No nosso caso o relatório sobre o
537 trabalho do elevador foi feito ao longo do semestre e
538 durante esse tempo entregamos duas versões
539 preliminares que depois foram sendo corrigidas” (E3).

540
541
542 Analisando a dimensão **Conteúdos abordados**, podemos
543 afirmar que a totalidade dos estudantes entrevistados
544 considerou que o Projeto do Elevador da Física envolveu
545 todos, ou quase todos, os conteúdos abordados na disciplina
546 de Física I. Podemos transcrever alguns extratos de
547 entrevistas que assim o corroboram:

- 548 • “Acho que foram quase todos. O elevador tocou quase
549 todos os pontos ao longo de todo o semestre. Aliás o fim
550 do projeto coincidiu com o fim das aulas Teórico-
551 práticas.” (E2);
552 • “O projeto do elevador trata de todo o programa de
553 Física I. Ao elaborarmos esse relatório estamos a
554 trabalhar esses conteúdos” (E7).

555
556 Na dimensão **Trabalho de Grupo**, 6 estudantes (75,0%)
557 referiram a importância do trabalho de grupo para o
558 desenvolvimento de competências sociais e profissionais.
559 Citando dois deles:

- 560 • “Quem trabalha numa empresa, ou num escritório
561 trabalha sempre em grupo, portanto temos de estar
562 habituados às opiniões dos colegas ou a algumas
563 contrariedades...” (E1);
564 • “No que respeita aos outros conhecimentos logo à
565 partida sobressai o de gestão de grupo, gestão das
566 relações.” (E8).

567
568 No que respeita à dimensão **Ligação ao mundo real**, 7 dos
569 8 entrevistados (87,5%) reconheceram que o Projeto do
570 Elevador da Física promoveu aplicação da Física a
571 situações do mundo real. Transcrevemos de seguida duas
572 opiniões dos estudantes que ilustram esta ligação:

- 573 • “...acho que é muito mais interessante aprender seja o
574 que for aplicando na prática do que propriamente só
575 ser teoria. Neste caso aplicar a informação, os
576 conteúdos dados numa disciplina a algo que
577 conhecemos todos os dias e que utilizamos mais ou
578 menos todos os dias acho que é muito interessante...”
579 (E3);
580 • “... depois põe problemas da vida real, e é mais fácil
581 transportar os conceitos físicos para alguma coisa que

582 *nós vemos e sentimos. E para entender física também é*
583 *preciso isso” (E7).*

584 Em relação a **Aprendizagem**, 7 dos 8 entrevistados
585 (87,5%) reconheceram que o Projeto do Elevador da Física
586 foi um elemento importante na aprendizagem da disciplina
587 porque: a) permitiu a interligação, sistematização de
588 conceitos e a sua aplicação a algo prático; b) abrangeu
589 todos os conteúdos lecionados permitindo a sua aplicação
590 na resolução dos problemas; c) permitiu acompanhar a
591 disciplina com através de tarefas, centradas em sub-
592 problemas articulados com um problema central, u ao longo
593 do semestre; d) permitiu ao estudantes estarem ativos e
594 participativos. Transcrevem-se dois excertos das entrevistas
595 em que os estudantes falaram da relação do Projeto do
596 Elevador da Física com a sua aprendizagem:

- 597 • “O facto de termos que o compilar e dentro de algumas
598 normas deu para refletir e verificar. Assim a matéria
599 estava sempre presente, podíamos corrigir alguns erros.
600 As tarefas estavam ligadas umas às outras. Ou seja, as
601 tarefas tinham seguimento por vezes tínhamos que
602 voltar atrás para corrigir e perceber melhor a matéria”
603 (E5);
604 • “O relatório final obrigou-nos a rever todos os pontos
605 da matéria que até aí tinha sido estudada e que foi
606 aplicada nesse projeto, servindo para consolidar
607 saberes” (E8).

608
609 Finalmente, analisando a dimensão **Opinião** podemos
610 constatar que nenhum estudante referiu desvantagens na
611 utilização deste tipo de projeto. No que respeita à categoria
612 Vantagens todos os estudantes apontaram vantagens, das
613 quais se destacam: a) aprender Física com recurso a uma
614 aplicação do dia-a-dia; b) a ligação da Física com a sua área
615 profissional futura; c) esclarecer conceitos; d) estudar para
616 o exame através da realização do relatório final; e) ter uma
617 atitude ativa nas aulas e na sua aprendizagem. Citando dois
618 exemplos:

- 619 • “As vantagens, como eu disse, é mantermo-nos ativos
620 em relação a toda a matéria que vamos dando e depois
621 como o projeto é entregue antes do exame permite-nos
622 passar a limpo e relembrar toda a matéria que vai sair
623 no exame” (E2);
624 • “...Achei o projeto muito bom, porque através de um
625 trabalho prático, que a maior parte dos colegas que
626 acabar o curso vai encontrar nas obras, conseguiu-se
627 motivar e aplicar a física a uma coisa do dia-a-dia que
628 nos ajuda a percebê-la melhor...” (E4).

629
630 Analisando os resultados obtidos quer pelo questionário,
631 quer pelas entrevistas consideramos ter evidências para
632 afirmar que o Elemento Integrador (Projeto do Elevador da
633 Física) foi, no contexto em estudo, uma estratégia
634 promotora de aprendizagem (Q – 80,0% e E – 87,5%).
635 Segundo os estudantes este projeto foi promotor de
636 aprendizagem porque lhes permitiu fazer a interligação de
637 conceitos numa aplicação prática, uma vez que esteve
638 presente ao longo da disciplina, os manteve ativos,
639 participativos e, ainda, porque num único projeto
640 conseguiram mobilizar todos os conteúdos e raciocínio

641 abordados. Estes resultados estão de acordo com Whitelegg
642 & Parry [49], pois segundo estes autores a aplicação dos
643 conteúdos abordados numa disciplina a um problema da
644 vida real promove aprendizagem, porque os estudantes
645 veem a sua aplicação e utilidade dando-lhes significado.
646 Também é de realçar que a maioria dos estudantes (E –
647 75,0%) referiram ter tido apoio do professor ao longo da
648 execução do projeto, nomeadamente através do feedback
649 obtido. Esta avaliação formativa é importante para
650 promover aprendizagem, pois segundo Irons [50] a
651 existência de vários momentos de avaliação com feedback
652 promove a motivação dos estudantes e permite melhorar os
653 seus níveis de aprendizagem. Ainda relacionado com a
654 aprendizagem, será de referir que os estudantes
655 consideraram que as discussões ocorridas no âmbito do
656 trabalho de grupo foram importantes para a sua
657 aprendizagem porque permitiram a consolidação de
658 conhecimentos, o aprofundamento de conteúdos e a
659 aprendizagem com os colegas. Estes resultados estão de
660 acordo com Johnson & Johnson [41], pois estes autores
661 afirmam que o trabalho de grupo permite a partilha de
662 conhecimentos e o desenvolvimento da argumentação
663 científica dos estudantes, promovendo assim as suas
664 aprendizagens.

665 Assim, pelos resultados obtidos neste trabalho, e tendo em
666 conta a sua leitura com estudos de referência, julgamos ter
667 evidências para afirmar que a proposta didática – Elemento
668 Integrador – utilizada nas aulas Teórico-práticas da
669 disciplina de Física I permitiu aos estudantes:

- 670 • aprender com a mobilização dos conhecimentos
671 lecionados;
- 672 • mobilizar conhecimentos e competências aplicando-os a
673 situações práticas do dia-a-dia com relevância para o
674 seu futuro profissional;
- 675 • relacionar e interligar, através de problemas ou temas,
676 diferentes conceitos abordados na disciplina.

677 Para além destas características, o Elemento Integrador (no
678 nosso caso o “Elevador da Física”) apresenta
679 potencialidades para:

- 681 • motivar os estudantes;
- 682 • promover a participação e envolvimento dos estudantes
683 nas diferentes atividades propostas;
- 684 • permitir maior interação professor-estudante e
685 estudante-estudante;
- 686 • dar sentido à disciplina (no nosso caso de Física) no
687 curso em que esta se integra (no nosso caso um curso de
688 engenharia);
- 689 • melhorar a aprendizagem.

690

691 A.2. Implicações didáticas

692

693 Na continuidade do referido considera-se que o uso de
694 Elementos Integradores é uma forma de promover a
695 aprendizagem ativa dos estudantes.

696 Reconhece-se, no entanto, que o uso de Elementos
697 Integradores exige do professor outras competências

698

699 pedagógico-didáticas que não são requeridas num ensino
700 mais tradicional. Desta forma, julga-se importante
701 sistematizar, aqui, linhas orientadoras pedagógico-didáticas
702 para a sua conceção e utilização no ensino.

703 Para a construção de um Elemento Integrador,
704 nomeadamente no Ensino da Física, o professor deverá
705 encontrar uma situação que:

- 706 • esteja relacionada com a futura atividade profissional
707 dos estudantes;
- 708 • permita a formulação de diferentes sub-problemas,
709 associados ao problema central, com aplicação prática e
710 com diferentes resoluções possíveis;
- 711 • seja passível de integrar todos, ou quase todos, os
712 conteúdos e raciocínios mobilizados na disciplina.

713 Depois de se encontrar o Elemento Integrador o professor
714 deverá planificar um projeto que:

- 715 • inclua a explicitação da sua finalidade assim como os
716 critérios a usar na avaliação do mesmo;
- 717 • inclua diferentes sub-problemas e tarefas, com
718 subprodutos identificados e datas de realização
719 definidas. Esses sub-problemas deverão acompanhar a
720 disciplina ao longo do semestre;
- 721 • garanta que os sub-problemas sejam dependentes uns
722 dos outros e intimamente associadas ao projeto no seu
723 todo;
- 724 • garanta que os sub-problemas não sejam só de aplicação
725 direta de fórmulas e/ou expressões, mas que criem
726 necessidade aos estudantes de aprofundar os
727 conhecimentos sobre os tópicos abordados;
- 728 • seja resolvido em grupos de estudantes (de 4 a 7);
- 729 • crie um ambiente de sala de aula que permita aos
730 estudantes interagirem entre si e com o professor;
- 731 • o professor fomente e oriente as discussões em grupo,
732 apoiando e clarificando sempre que necessário;
- 733 • o professor forneça feedback atempado ao desempenho
734 dos grupos e dos estudantes, com base nos critérios de
735 avaliação definidos.

736

737 B. Implementação de estratégias de aprendizagem ativa 738 no Ensino da Física em Cursos de Engenharia como 739 resultado de um trabalho colaborativo¹

740

741 Este segundo estudo realizado é o resultado de uma
742 colaboração entre a 3ª autora deste trabalho e uma
743 professora de Física do Ensino Superior. A colaboração
744 decorreu durante dois anos letivos (2007/08 e 2008/09)
745 numa disciplina introdutória de Física (Elementos de Física
746 – EF), do primeiro ano do primeiro semestre, lecionada a
747 diferentes cursos de Engenharia da Universidade de Aveiro
748 (Portugal). A disciplina de Elementos de Física possuía a
749 seguinte escolaridade: aulas Teórico-práticas (TP,
750 2h/semana); aulas Práticas (P, 2h/semana) e uma aula de
751 Orientação Tutorial (OT, 1h/semana).

752 De forma a promover a aprendizagem ativa na disciplina de

753

¹ Estudo financiado pela FCT (Referência da Bolsa: SFRH/BD/37872/2007)

754 Elementos de Física utilizaram-se sugestões referidas na
 755 literatura, e atrás descritas, nomeadamente o uso de
 756 perguntas conceptuais, folhas de dúvidas/perguntas,
 757 Trabalho para Casa (TPC), feedback e trabalho de grupo. A
 758 escolha destas estratégias, como veremos na secção
 759 seguinte, foi o resultado do diálogo entre a investigadora e a
 760 professora na procura de motivar os estudantes para o
 761 ensino da Física. Nesta secção ilustra-se a forma como as
 762 mesmas foram utilizadas na disciplina.
 763 As **perguntas conceptuais** foram utilizadas no final de
 764 algumas aulas Teórico-práticas (cerca de 50%). Um dos
 765 seus objetivos foi proporcionar: a) aos estudantes a
 766 possibilidade de verificarem o grau de compreensão sobre
 767 os conteúdos abordados e de lhes promover uma reflexão
 768 sobre os mesmos; b) à docente uma perceção dos
 769 conhecimentos desenvolvidos durante a aula.
 770 As **folhas dúvidas/perguntas** foram utilizadas em todas as
 771 aulas Teórico-práticas, sendo reservados os últimos 5
 772 minutos de cada aula para a sua utilização. Os objetivos da
 773 utilização destas folhas foram possibilitar: a) a colocação de
 774 dúvidas por parte de estudantes mais tímidos; b) a
 775 colocação de questões que os estudantes não tiveram
 776 oportunidade de o fazer durante a aula; c) um momento de
 777 reflexão, por parte dos estudantes, dos conteúdos
 778 abordados; d) à docente conhecer dúvidas dos estudantes e,
 779 assim, (re)orientar o seu ensino.
 780 Outra estratégia usada foi a utilização de **Trabalho Para**
 781 **Casa (TPC)**. Nas aulas Teórico-práticas eram sugeridos

782 exercícios considerados fundamentais, pela professora, para
 783 a compreensão dos conteúdos abordados. Estes exercícios
 784 seriam para resolver fora da sala de aula e seriam discutidos
 785 posteriormente nas aulas de Orientação Tutorial.
 786 O **feedback** quer às perguntas conceptuais, quer às folhas
 787 de dúvidas, quer aos TPC realizados foi sistematicamente
 788 fornecido aos estudantes e, por isso, foi utilizado em todo o
 789 tipo de aulas (Teórico-práticas, Práticas e Orientação
 790 Tutorial). Nas Teórico-práticas era dado feedback às folhas
 791 de dúvidas/perguntas e às perguntas conceptuais. Nas
 792 Práticas era dado feedback aos relatórios que eram
 793 realizados em grupo pelos estudantes, no fim de cada uma
 794 das experiências laboratoriais. Nas aulas de Orientação
 795 Tutorial era dado feedback aos Trabalho para Casa (TPC)
 796 propostos nas Teórico-práticas.
 797 Finalmente o **trabalho de grupo** também foi incentivado,
 798 não só nas aulas Práticas, em que obrigatoriamente tinham
 799 que o fazer, mas também nas aulas Teórico-práticas. Nestas
 800 foi pedido aos estudantes que discutissem entre eles os
 801 exercícios propostos antes da resolução, final, no quadro.
 802 Os objetivos do trabalho de grupo eram de permitirem aos
 803 estudantes (a) a troca de ideias e com isso aprenderem uns
 804 com os outros (peer instruction); b) o desenvolvimento de
 805 competências de comunicação, argumentação e gestão
 806 interpessoal.
 807 Em síntese, as estratégias usadas nas práticas letivas da
 808 disciplina para promover aprendizagem ativa por parte dos
 809 estudantes são as apresentadas na Figura 4.



FIGURA 4. Estratégias promotoras de aprendizagem ativa utilizadas na disciplina.

814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
883
884
885
886

B.1 Resultados

Em cada um dos anos letivos (2007/08 e 2008/09), a disciplina foi frequentada por 42 estudantes, num total de 84, distribuídos por vários Cursos. Os Cursos que tinham maior representatividade eram os de Engenharia do Ambiente, Engenharia Civil e Engenharia de Materiais.

A avaliação das estratégias de aprendizagem ativa é aqui analisada do ponto de vista dos estudantes. A opinião dos estudantes sobre as estratégias utilizadas, e que foram referidas anteriormente, foi obtida através:

- da aplicação de um Questionário aos estudantes, elaborado para o efeito, e aplicado no final de cada um dos semestre (obtiveram-se 76 questionários, 38 de cada ano letivo);
- da realização de entrevistas a 14 estudantes também no final do semestre (7 estudantes de cada um dos anos letivos). Os critérios para a seleção dos estudantes foram: i) ter pelo menos um estudante dos cursos mais representativos; ii) terem frequentado pelo menos 90% das aulas Teórico-práticas e das aulas Práticas; iii) terem disponibilidade para serem entrevistados.

Os objetivos do questionário consistiam em avaliar a opinião dos estudantes sobre a disciplina, em função dos diferentes tipos de aulas, nas dimensões: a) interação professor/estudante; b) organização dos diferentes conteúdos; c) estratégias utilizadas.

O questionário era constituído por 38 perguntas de resposta fechada e associadas a uma escala de *Likert* (de 1, correspondente a “discordo totalmente”, até 5, correspondendo ao “concordo totalmente”). Na apresentação dos resultados, que se segue, consideram-se

849 como respostas positivas a soma das percentagens
850 correspondentes aos níveis 4 e 5.

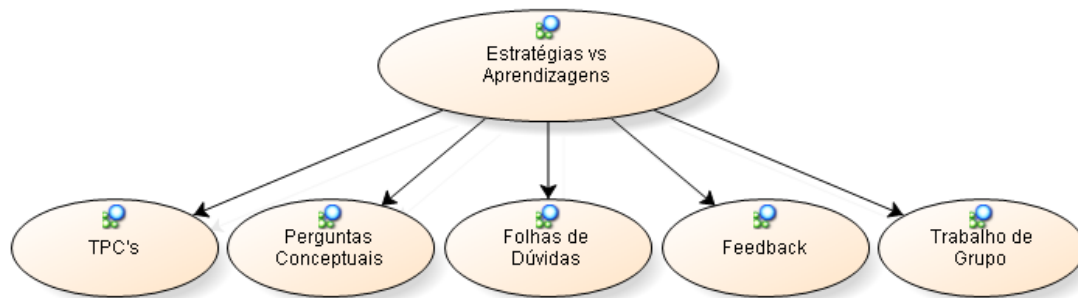
851 De referir, ainda, que as respostas ao questionário foram
852 analisadas com o programa SPSS - *Statistical Package for*
853 *Social Sciences*.

854 Das respostas dadas pelos estudantes ao questionário
855 podemos concluir que estes consideraram que:

- 856 • nas aulas Práticas foram incentivados a discutir os
857 resultados e as conclusões dos trabalhos práticos (83%);
- 858 • durante as aulas Teórico-práticas foram estimulados a
859 refletir sobre os conteúdos abordados (80%);
- 860 • a resolução dos TPC's e o feedback dado contribuíram
861 para melhorar a sua aprendizagem (79%);
- 862 • a possibilidade de poder fazer perguntas por escrito no
863 fim da aula foi importante para o esclarecimento de
864 dúvidas (70%);
- 865 • o feedback dado pelo professor às dúvidas colocadas
866 por escrito foram importantes para o esclarecimento das
867 mesmas (68%);
- 868 • foram incentivados a participar e a discutir as suas
869 ideias (61%);
- 870 • as perguntas conceptuais foram importantes para o
871 esclarecimento dos conteúdos abordados na aula (61%);

872 Os objetivos das entrevistas são semelhantes ao do
873 questionário e foram realizadas de forma a aprofundar os
874 resultados deste. As entrevistas foram conduzidas no final
875 do semestre a 14 estudantes (7 de cada ano letivo). A
876 informação recolhida nas entrevistas, transcritas e validadas
877 pelos estudantes, foram alvo de análise de conteúdo com
878 QSR NVivo 7. As dimensões de análise encontram-se na
879 Figura 5.

880
881
882



887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897

FIGURA 5. Dimensões de análise das estratégias implementadas vs aprendizagem.

A Tabela 2 sintetiza os resultados obtidos em função das

894 dimensões de análise e do número de estudantes.

898

899 TABELA II. Número de estudantes por estratégia

Estratégia vs Aprendizagem	Folha de Dúvidas	Perguntas Conceptuais	Trabalho de Grupo	Feedback	TPC's
Nº de estudantes	9	14	7	14	7

900

901
902 Da análise da Tabela II pode-se afirmar que 9 estudantes
903 consideram que as folhas de dúvidas foram importantes
904 para a sua aprendizagem porque no momento em que
905 estavam a escrever as suas dúvidas refletiam sobre o que
906 tinha sido dado na aula e de alguma forma tinham a
907 oportunidade de voltar aos conteúdos abordados, tomando
908 consciência do que não tinham compreendido. Por outro
909 lado, como estas dúvidas tinham na aula seguinte feedback
910 por parte da professora, os estudantes tinham nova
911 oportunidade de aprofundar os conceitos:

- 912 • “Durante o tempo que estávamos a escrever as dúvidas
913 estávamos a analisar a matéria que tínhamos dado
914 naquela aula e pedíamos ajuda à professora para ela
915 tentar colmatar as nossas falhas”(E3);
- 916 • “...esse método indireto de falar com a professora ajuda
917 muita gente. O feedback na aula seguinte é muito
918 importante para nós, era uma revisão da aula
919 anterior...”(E10).

920
921 Em relação às perguntas conceptuais, todos os estudantes
922 entrevistados consideraram que estas foram potenciadoras
923 de aprendizagem, pois: i) permitiam verificar se os
924 conteúdos apreendidos estavam corretos ou não; ii)
925 promoviam discussões e nessas discussões podiam
926 esclarecer dúvidas; iii) faziam a ligação da Física ao mundo
927 real:

- 928 • “Eram importantes porque, por vezes, suscitava
929 discussões e dúvidas nos alunos que a professora
930 esclarecia...Estas perguntas têm muita utilidade, dá
931 para verificar se percebemos o que foi dado na aula”
932 (E1);
- 933 • “...deve-se sempre fazer uma avaliação de como os
934 alunos estão a adquirir a matéria que está a ser dada
935 durante as aulas, isso é sempre importante para tentar
936 arranjar soluções para melhorar o aproveitamento dos
937 alunos. Acho que essas perguntas são bastante
938 valiosas...” (E5).

939
940 Quando questionado sobre os trabalhos de grupo, 7
941 estudantes disseram ser uma forma de aprenderem uns com
942 os outros e de aprofundar os conhecimentos através da
943 discussão:

- 944 • “...Quando fazíamos em conjunto usávamos-nos uns aos
945 outros para atenuar as dificuldades...”(E2);
- 946 • “...Por vezes eu não compreendia os exercícios e falava
947 com o meu colega do lado e era uma ajuda, caso ele
948 tivesse percebido, ele explicava e depois com a
949 explicação final da professora percebia melhor ...”

950 (E12).

951

952

953 No que respeita ao feedback dado pela professora, todos os
954 estudantes reconheceram a sua importância no sentido de
955 melhorarem os seus conhecimentos e corrigir onde tinham
956 falhado:

- 957 • “...Eram importantes, porque uma pessoa tem que
958 aprender com os erros. Muitas vezes respondemos mal e
959 a indicação que a professora nos dava ajudava-nos a
960 perceber onde erramos e a corrigir...” (E3);
- 961 • “...Acho que é importante termos oportunidade, de no
962 fim da aula, escrevermos as nossas dúvidas
963 relativamente a essa aula e na aula a seguir, no início
964 da aula, essas dúvidas serem tiradas. Assim no final da
965 aula temos que rever toda a matéria para escrevermos
966 as dúvidas. Ajuda a rever o que nos demos para não
967 esquecermos. Mas sem feedback imediato não vale a
968 pena...” (E8).

969

970 Finalmente, 7 estudantes consideram os TPC's importantes
971 para a sua aprendizagem porque: i) permitia-lhes fazer mais
972 exercícios e desta forma consolidavam a matéria; ii) a
973 tentativa de resolução permitia encontrar dificuldades e
974 assim procurar formas de as ultrapassar:

- 975 • “...os TPC's permitiram praticar mais exercícios e
976 assim perceber melhor o que tinha sido dado...” (E3);
- 977 • “...os TPC's forma importantes porque ao tentar fazê-
978 los deparei-me com dificuldades e desta forma consegui
979 aperceber-me e tirar as minhas dúvidas” (E14).

980

981 Analisando os resultados obtidos quer pelo questionário,
982 quer pelas entrevistas consideramos ter evidências para
983 afirmar as estratégias implementadas foram promotoras de
984 aprendizagem. Assim, as folhas de dúvidas foram
985 consideradas pelos estudantes entrevistados como
986 promotoras de aprendizagem (E-64%) porque no momento
987 em que estavam a escrever as suas dúvidas, no papel,
988 refletiam sobre o que tinha sido dado na aula, e de alguma
989 forma, tinham a oportunidade de rever os conteúdos
990 abordados tomando consciência do que não tinham
991 compreendido. Este resultado está em concordância com os
992 resultados do questionário, pois 70% dos estudantes
993 consideraram importante ter oportunidade de fazer
994 perguntas ou colocar dúvidas por escrito à professora, e
995 68% pensam que o feedback, dado pela professora a essas
996 perguntas/dúvidas, foi importante para a sua aprendizagem.
997 Estes resultados estão de acordo com o referido na
998 literatura, por exemplo, para Cross [26] os estudantes ao

999 escreverem as suas dúvidas no papel tomam consciência do
1000 que aprenderam, conseguindo de alguma forma monitorizar
1001 a sua aprendizagem. Em relação às perguntas conceptuais,
1002 como já mencionado, todos os estudantes, nas entrevistas,
1003 consideraram que a sua utilização foi uma estratégia
1004 importante para a sua aprendizagem, argumentando que:
1005 permitiam verificar se os conceitos tinham sido
1006 compreendidos corretamente; promoviam discussões e
1007 nessas discussões podiam esclarecer dúvidas; faziam a
1008 ligação da Física ao mundo real, ou seja, viam a aplicação
1009 dos conceitos a algo concreto. Este resultado foi
1010 corroborado pelo questionário onde os estudantes disseram
1011 que as perguntas conceptuais foram importantes para
1012 esclarecer os conteúdos abordados (Q-61%). Estes
1013 resultados estão em concordância com a literatura. Por
1014 exemplo, Crouch & Mazur [51] afirmam que as perguntas
1015 conceptuais melhoram a compreensão conceptual dos
1016 assuntos abordados e que os estudantes tornam-se mais
1017 participativos. Para, Nicol & Boyle [52] as discussões que
1018 ocorrem em sala de aula são importantes para a
1019 aprendizagem, pois o debate de ideias, entre os estudantes,
1020 permite, por um lado, a partilha de conhecimento e, por
1021 outro, a defesa de ideias promove a capacidade de
1022 argumentação e a mobilização de conhecimentos. Outra
1023 estratégia referida pelos estudantes como promotora de
1024 aprendizagem foi o trabalho de grupo (E-50,0%), pois
1025 aprendem uns com os outros através da discussão dos
1026 conteúdos e raciocínios abordados nas experiências. Este
1027 resultado está em concordância com diversos autores [3, 36,
1028 39, 53] que defendem que o trabalho de grupo poderá ser
1029 útil para a aprendizagem dos estudantes, pois permite-lhes:
1030 i) partilhar conceitos e procedimentos; ii) desenvolver
1031 capacidades de argumentação e manipulação de ideias; iii)
1032 refletir sobre o que aprenderam. Em relação ao feedback
1033 todos os estudantes consideraram-no importante para a sua
1034 aprendizagem (E-100%). Também no questionário os
1035 estudantes consideram que o feedback dado às folhas de
1036 dúvidas e aos TPC foi importante para as suas
1037 aprendizagens (Q-68% e Q-79% respetivamente). Ainda em
1038 relação aos TPC, os estudantes entrevistados disseram que
1039 estes e o feedback dado foram úteis porque lhes permitia
1040 consolidar a matéria, e que durante a sua resolução, quando
1041 se deparavam com dúvidas podiam solicitar ajuda para as
1042 ultrapassar (E-50,0%). Estes resultados encontram eco na
1043 literatura, pois segundo Cooper et al [54] um dos principais
1044 benefícios dos TPC é melhorar a compreensão e a retenção
1045 dos assuntos abordados na aula.

1048 B.2 Colaboração Disciplinar

1050 Nesta secção descreveremos, de forma sucinta, a
1051 colaboração estabelecida entre a investigadora em Didática
1052 e a professora de Física. Esta colaboração enquadra-se
1053 numa Colaboração Disciplinar, uma vez que a investigadora
1054 é Licenciada e Mestre na área da Física e a intervenção
1055 didática ocorreu numa disciplina de Física.
1056 Qualquer tipo de colaboração deve ser iniciada por um
1057 processo de negociação e pela contratualização do trabalho

1058 a desenvolver. Nesse sentido, a investigadora solicitou um
1059 primeiro encontro com a professora de Física, em 19 de
1060 Outubro de 2007, que teve a duração de, aproximadamente,
1061 2 horas.

1062 Outro aspeto a ter em conta no início de um processo
1063 colaborativo prende-se com a escolha dos atores da
1064 colaboração. No caso específico, solicitou-se a colaboração
1065 de uma professora que tinha sido co-orientadora de
1066 mestrado da investigadora. Sendo assim, para além do bom
1067 relacionamento pessoal, existia também confiança a nível
1068 científico e profissional.

1069 Os principais objetivos do primeiro encontro realizado,
1070 assim como alguma informação sobre a consecução dos
1071 mesmos, descrevem-se de seguida:

- 1072 • contextualizar a solicitação da colaboração no projeto
1073 de doutoramento da investigadora, nomeadamente
1074 através da descrição dos seus objetivos. Tendo em vista
1075 uma mais aprofundada compreensão do estudo a
1076 realizar em sala de aula, a investigadora apresentou,
1077 ainda, resultados de outros estudos já realizados em
1078 contextos semelhantes (ensino introdutório de Física em
1079 Cursos de Engenharia, promotores do sucesso dos
1080 estudantes);
- 1081 • explicitar os objetivos da colaboração do ponto de vista
1082 da investigadora (implementar, em colaboração com a
1083 professora, uma intervenção didática, que teria como
1084 objetivo principal alterar a perceção dos estudantes para
1085 o ensino introdutório da Física);
- 1086 • negociar com a professora a colaboração a realizar.
1087 Relativamente a este objetivo, refira-se que a professora
1088 se mostrou receptiva à colaboração, manifestando que o
1089 processo de ensino e aprendizagem sempre foi algo que
1090 a preocupou e interessou, assim como, a falta de
1091 motivação dos seus estudantes. Assim, a professora
1092 concordou em colaborar com a investigadora na
1093 implementação de uma intervenção didática com o
1094 objetivo de procurar alterar a perceção e a motivação
1095 dos seus estudantes para o ensino da Física, assim como
1096 de compreender o processo implementado.

1098 Atendendo à aceitação da colaboração pela professora, a
1099 investigadora sugeriu e apresentou-lhe várias estratégias
1100 referenciadas na literatura como promotoras de
1101 aprendizagem ativa e que poderiam motivar os seus
1102 estudantes. Após uma análise das mesmas escolheram-se as
1103 estratégias a implementar. A investigadora forneceu, ainda,
1104 à professora os materiais didáticos necessários à
1105 implementação das mesmas (perguntas conceptuais e as
1106 folhas de dúvidas).

1107 Para além deste 1º encontro ocorreram outros durante o
1108 processo de implementação da intervenção didática. Estes
1109 encontros eram de dois tipos: formais e informais. Os
1110 formais realizaram-se no início e no fim de cada semestre
1111 com o intuito de analisar os resultados obtidos e planejar a
1112 próxima intervenção. Os informais ocorriam no fim de cada
1113 aula para troca de opiniões sobre a aula.

1114 Para além dos encontros presenciais entre a investigadora e
1115 a professora, a investigadora ainda:

- 1116 • assistia às aulas para (a) dar apoio emocional à

professora na implementação das estratégias, (b) fazer a recolha das folhas de dúvidas e das respostas às perguntas conceptuais, e (c) observar a reacção dos estudantes às estratégias implementadas;

- analisava as respostas dos estudantes às folhas de dúvidas, bem às perguntas conceptuais, fornecendo os resultados à professora para que esta, na aula seguinte, desse feedback aos estudantes;

desenhava, e propunha à professora, os instrumentos de recolha de dados para avaliação das estratégias implementadas (questionário e guião de entrevista aos estudantes) e analisava os seus resultados.

A Figura 6 apresenta as principais dimensões da colaboração desenvolvida.

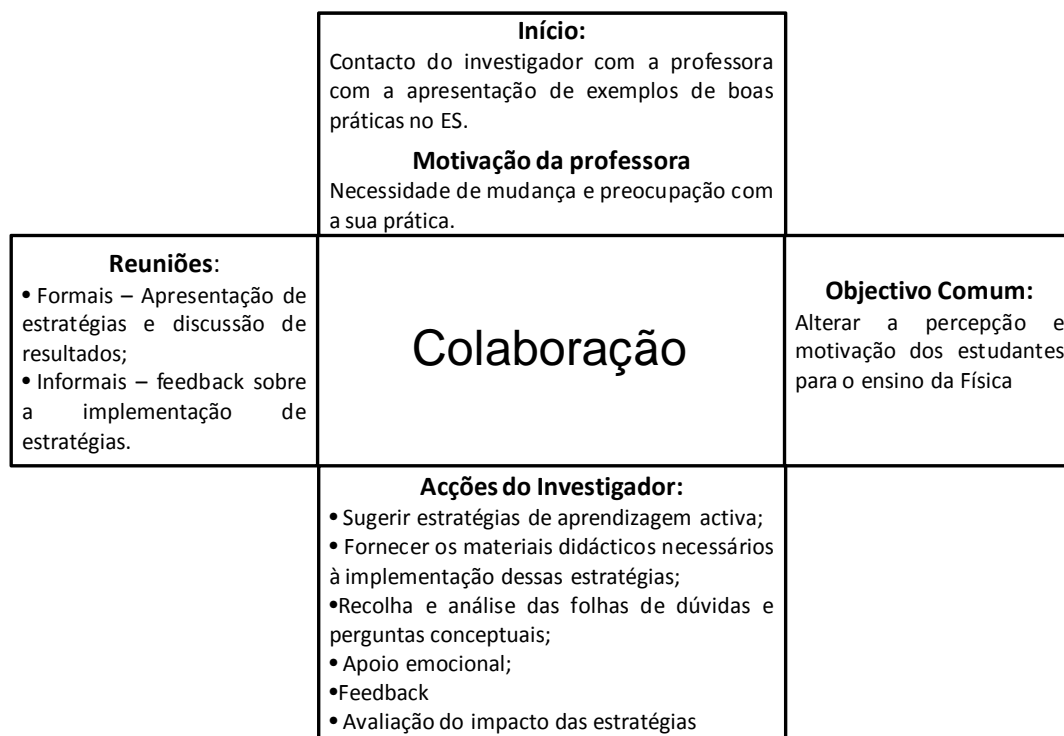


FIGURA 6. Desenho da colaboração desenvolvida

No final do processo colaborativo realizou-se uma entrevista à professora, no sentido de compreender qual a sua opinião sobre a utilização das estratégias utilizadas e, também, sobre o processo colaborativo. Apresenta-se, de seguida, uma súmula desses resultados.

Em relação à intervenção didáctica, a professora avaliou-a de forma positiva, como se ilustra abaixo através de transcrições da entrevista realizada.

No que respeita às perguntas conceptuais a professora foi de opinião que “As perguntas conceptuais promovem uma reflexão. Acho que isso é muito positivo, pois dessa forma consolidam os conhecimentos sobre os conteúdos abordados... são perguntas, normalmente, sobre coisas do dia-a-dia, coisas com que os estudantes lidam e que provavelmente não fizeram essa ponte, e naquele momento fazem-na...”.

Em relação às folhas de dúvidas a professora considera que a aplicação destas “é francamente positivo porque é dada uma oportunidade aos estudantes de comentarem a aula, pronunciarem-se e colocarem as suas dúvidas. Se queremos uma aprendizagem ativa acho que esta componente é

importante porque viram que depois as dúvidas foram analisadas e que houve uma tentativa de explicar e de lhes esclarecer essas dúvidas...”.

No que respeita ao TPC a professora pensa que estes são importantes porque permitem o estudo autónomo, “pois é uma forma de consolidarem aquilo que foi dado na aula”.

Em relação ao trabalho de grupo, a professora reconheceu que este “é muito benéfico porque quando se trabalha em grupo a discussão é promovida, temos que respeitar a opinião das outras pessoas, respeitar o seu raciocínio, partilhar opiniões. Temos também que desenvolver as nossas capacidades de argumentação. Por outro lado, quando eles estão a discutir uns com os outros têm uma linguagem que é diferente da nossa e por vezes aprendem uns com os outros”.

Finalmente em relação ao feedback, a professora reconheceu a sua importância porque “motivava os estudantes e estes sentiam que a aprendizagem deles era importante para a professora”.

Será importante lembrar que muitas destas opiniões foram corroboradas nas respostas dos estudantes conforme se viu

anteriormente.

Em relação ao processo de colaboração, a professora reconheceu que este serviu para o seu desenvolvimento profissional, uma vez que lhe permitiu conhecer novas estratégias de ensino, aprendizagem e avaliação. Para além disso também reconheceu que um outro olhar sobre as suas práticas foi bastante importante: “*as conversas que tivemos onde se discutiram as estratégias, em que tu sugeriste estas metodologias novas tais como as perguntas conceptuais, as folhas de dúvidas, a rotatividade nos laboratórios... muitas dicas que foram muito importantes. Além disso é sempre bom ter alguém que assista às nossas aulas e que vê as coisas noutra perspetiva e que nos ajuda também a fazer a interpretação de algumas atitudes e um pouco do que se vai passando, acho que isso é muito bom.*”

Ainda relacionado com o desenvolvimento profissional docente, a professora reconheceu, uma vez mais, a importância da colaboração para questões para as quais não estava sensibilizada: “*Do meu ponto de vista, como docente, esta colaboração também me alertou para algumas questões que estava menos sensibilizada para elas. Não foi só bom para o aluno, mas foi bom para mim que me alertou para determinados pormenores que foram muito importantes, as perguntas conceptuais, coisas práticas, as perguntas relacionadas com o dia-a-dia que são fundamentais e de preferência direcionadas para o curso deles, para eles verem a importância da unidade curricular no curso. Isso na prática é uma mais-valia*”.

A professora reconheceu, também, a vantagem da investigadora ter formação na área da Física, pois para além de sugerir estratégias que se aplicassem à disciplina, também permitiu que a investigadora seleccionasse e analisasse as respostas dos estudantes e, deste modo, ser possível fornecer feedback em tempo útil “*a disponibilidade [da investigadora] para fazer a análise das folhas de dúvidas e das perguntas conceptuais foi importante, pois sem isso seria impossível eu dar uma resposta em tempo útil... também o facto de teres-me fornecido as perguntas conceptuais e não ter precisado de perder tempo na sua elaboração. Isto só foi possível por seres da área, teres outras competências que não tem uma pessoa de outra área, teres o know-how científico necessário para teres uma sensibilidade diferente para sugerir metodologias, discutir ideias, abordagens, propostas de trabalho, trabalhos científicos específicos sobre física e não só sobre a parte pedagógica...*”.

Em síntese, na opinião da professora o trabalho colaborativo foi rico porque:

- permitiu-lhe conhecer novas estratégias de ensino, aprendizagem e avaliação;
- permitiu-lhe ter um outro olhar sobre as suas práticas;
- alertou-a para aspetos da prática docente que estava menos sensibilizada

Assim, podemos dizer que o tipo de colaboração desenvolvido neste trabalho permitiu o desenvolvimento profissional da professora, contribuindo para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

IV. CONCLUSÕES

Neste trabalho foram apresentadas e justificadas algumas estratégias de aprendizagem ativa que mostraram ser eficazes para as aprendizagens dos estudantes. As estratégias utilizadas alteraram a perceção que os estudantes tinham sobre as disciplinas de Física e motivou-os para o seu estudo. A maior parte dos estudantes que participaram nos dois estudos sentiram interesse pelas respetivas disciplinas conseguindo compreender a sua importância para o futuro profissional. Para estes estudantes a Física é uma disciplina base para o seu curso de Engenharia, na qual se aprende os métodos científicos que, para qualquer engenheiro, são importantes.

Os dois estudos aqui apresentados mostram também duas formas distintas de alcançar o desenvolvimento profissional docente. No primeiro estudo, este é atingido através da autoformação docente, se bem que integrado num percurso investigativo conducente ao grau de doutor, uma vez que foi o docente que pesquisou e implementou estratégias de aprendizagem ativa que pudessem ser implementadas nas suas aulas. Sendo o seu contributo mais importante ao nível da conceção, implementação e avaliação da estratégia denominada de Elemento Integrador.

O segundo estudo mostrou outra forma de atingir o desenvolvimento profissional docente. Neste caso, este foi conseguido através de um processo de colaboração denominado por Colaboração Disciplinar. Este processo permitiu ao professor tomar conhecimento, aplicar e aderir ao uso de estratégias de aprendizagem ativa que pode mais tarde voltar a utilizar, para além de se ter tornado mais reflexivo sobre as suas práticas.

REFERÊNCIAS

- [1] Cravino, JP., *Ensino da Física Geral nas Universidades Públicas Portuguesas e sua Relação com o Insucesso Escolar*. Departamento de Física Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; 2004.
- [2] Saul, JM., *Beyond Problem Solving: Evaluating Introductory Physics Courses Through the Hidden Curriculum*. Faculty of the Graduate School of the University of Maryland; 1998.
- [3] Oliveira, PC., *Ensino da Física num Curso Superior de Engenharia: Na Procura de Estratégias Promotoras de uma Aprendizagem Activa*. Aveiro: Universidade Aveiro; 2009.
- [4] Halloun, I., Hestenes, D., *The Initial Knowledge State of Students*. American Journal of Physics 1985; Volme: **1043**.
- [5] Hestenes D, Wells, M., Swackhamer G., *Force Concept Inventory*. The Physics Teacher 1992; Volme: **141**.
- [6] McDermott, L.C., *Millikan Lecture 1990: What we Teach and What is Learned — Closing the Gap*. American Journal of Physics 1991; Volme: **301**.
- [7] Thornton R.K., Sokoloff, D.R., *Learning Motion Concepts Using Real-time Microcomputer-based Laboratory Tools*. American Journal of Physics 1990; Volme: **858**.

- 1298 [8] Clement, J., *Students' Preconceptions in Introductory*
 1299 *Mechanics*. American Journal of Physics 1982;Volme:66.
 1300 [9] Trowbridge, D.E., McDermott, L.C., *Investigation of*
 1301 *student understanding of the concept of velocity in one*
 1302 *dimension*. American Journal of Physics 1980;Volme:1020.
 1303 [10] Pinheiro, M., *Metodologias PBL em Ambientes*
 1304 *Simulados no Ensino Superior Profissionalizante*. Secção
 1305 Autónoma de Ciências Sociais, Jurídicas e Políticas.
 1306 Aveiro: Universidade de Aveiro; 2008.
 1307 [11] Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M., *Ciência, Educação*
 1308 *em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da
 1309 Educação; 2002.
 1310 [12] Vasconcelos, C., Praia, J.F., Almeida, L., *Teorias de*
 1311 *Aprendizagem e o Ensino/aprendizagem das Ciências: da*
 1312 *Instrução à Aprendizagem*. Psicolesceduc 2003;Volme:11.
 1313 [13] Bernhard, J., *Improving Engineering Physics Teaching*
 1314 *- Learning From Physics Education Research*. PTEE2000
 1315 "Physics Teaching in Engineering Education". Budapest 13
 1316 - 17 June 2000; 2000.
 1317 [14] Mazur, E., *Peer Instruction: A user's manual*. New
 1318 Jersey: Prentice Hall, Inc; 1997.
 1319 [15] Mazur, E., *Understanding or Memorization: Are we*
 1320 *Teaching the Right Thing?* Conference on the Introductory
 1321 Physics Courses on the Occasion of the Retirement of
 1322 Robert Resnick. New York: Wiley; 1997, p. 113.
 1323 [16] Redish, E., *The Implications of Cognitive Studies for*
 1324 *Teaching Physics*. American Journal of Physics,(6), (1994)
 1325 1994;Volme:796.
 1326 [17] Redish, E., *Teaching Physics with the Physics Suite*:
 1327 John Wiley&sons; 2003.
 1328 [18] Redish, E., Smith, K.A., *Looking Beyond Content:*
 1329 *Skill Development for Engineers*. Journal of Engineering
 1330 Education 2008;Volme:295.
 1331 [19] Neri de Souza, F., *Perguntas na Aprendizagem de*
 1332 *Química no Ensino Superior*. Departamento de Didática e
 1333 Tecnologia Educativa. Aveiro: Universidade de Aveiro;
 1334 2006, p. 531.
 1335 [20] Bonwell C.C., Eison, J.A., *Active learning: Creating*
 1336 *Excitement in the Classroom*. Washington, D.C: The
 1337 George Washington University, School of Education and
 1338 Human Development; 1991.
 1339 [21] Meltzer, D.E., Manivannan, K., *Transforming the*
 1340 *Lecture-hall Environment: The Fully Interactive Physics*
 1341 *Lecture*. American Journal of Physics 2002;Volme:639.
 1342 [22] Oliveira, P.C., *Relatório do Estudo Exploratório sobre*
 1343 *a Intervenção Realizada nas Disciplinas de Física I e II do*
 1344 *Curso de Engenharia Civil do ISEP*. Departamento de
 1345 Didática e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro
 1346 2006.
 1347 [23] Oliveira, P.C., Costa, N., Neri de Souza, F., Oliveira,
 1348 C.G., *Changing Lectures in Higher Education in Physics*
 1349 *Classes for Future Civil Engineers*. In: Várady G, editor.
 1350 International Conference on Engeneering Education - ICEE
 1351 2008 "New Challenges in Engeneering Education". Pécs
 1352 and Budapeste: Mecsi, J.; 2008.
 1353 [24] Pedrosa de Jesus, H., Neri de Souza, F., Teixeira-Dias,
 1354 J., Watts M., *Organising the chemistry of question-based*
 1355 *learning: a case study*. Research in Science &
 1356 Technological Education 2005;Volme:179.
 1357 [25] Mazur E. *Peer Instruction: Getting Students to Think*
 1358 *in Class*. In: Redish EF, Rigden JS, editors. The Changing
 1359 Role of Physics Departments in Modern Universities: AIP;
 1360 1997, p. 981.
 1361 [26] Cross, K.P., *Classroom Research: Implementing the*
 1362 *Scholarship of Teaching*. American Journal of
 1363 Pharmaceutical Education 1996;Volme.
 1364 [27] Dyson, B., *Assessing Small-Scale Interventions in*
 1365 *Large-Scale Teaching: A General Methodology and*
 1366 *Preliminary Data*. Active Learning in Higher Education
 1367 2008;Volme:265.
 1368 [28] Stowe, K., *A Quick Argument for Active Learning: The*
 1369 *Effectiveness of One-Minute Papers*. Journal for Economic
 1370 Educators 2010;Volme:33.
 1371 [29] Oliveira, C.G., Costa, F.M., Costa, N., Neri de Souza,
 1372 F., *O Ensino Introdutório de Física em Cursos de*
 1373 *Engenharia: Estratégias Promotoras de uma Aprendizagem*
 1374 *Activa*. In: Huet I, Costa N, Tavares J, Baptista AV, editors.
 1375 A Docência no Ensino Superior: Partilha de Boas Práticas.
 1376 Aveiro: Universidade de Aveiro; 2009, p. 95.
 1377 [30] Bell, B., Cowie, B., *Formative Assessment and Science*
 1378 *Education*: Kluwer Academic Publishers; 2000.
 1379 [31] Biggs, J., Tang, C., *Teaching for Quality Learning at*
 1380 *University: What Students Does* 3rd ed: Mc. Graw Hill.
 1381 Society for Research into Higher Education & Open
 1382 University Press; 2007.
 1383 [32] Higgins, R., Hartley, P., Skelton, A., *The*
 1384 *Conscientious Consumer: Reconsidering the Role of*
 1385 *Assessment Feedback in Student Learning*. Studies in
 1386 Higher Education 2002;Volme:53.
 1387 [33] Nicol, D.J., Macfarlane-Dick, D., *Formative*
 1388 *Assessment and Self Regulated Learning: A Model and*
 1389 *Seven Principles of Good Feedback Practice*. Studies in
 1390 Higher Education 2006;Volme:199.
 1391 [34] Yorke, M., *Formative Assessment in Higher*
 1392 *Education: Moves Towards Theory and the Enhancement of*
 1393 *Pedagogic Practice*. Higher Education 2003;Volme:477.
 1394 [35] Loacker, G., Cronwell, L., O'Brien, K., *Assessment in*
 1395 *Higher Education: to Serve the Learner*. Conference on
 1396 Assessment in Higher Education; 1985.
 1397 [36] Burdett, J., *Making Groups Work: University Students'*
 1398 *Perceptions*. International Education Journal
 1399 2003;Volme:177.
 1400 [37] Wellington, V., *Improving Teaching and Learning*
 1401 *Group Work and Group Assessment*: University Teaching
 1402 Development Centre Victoria University of Wellington;
 1403 2004.
 1404 [38] Heller, P., Keith, R., Anderson, S., *Teaching Problem*
 1405 *Solving Through Cooperative Grouping. Part 1: Group*
 1406 *Versus Individual Problem Solving*. American Journal of
 1407 Physics 1992;Volme:627.
 1408 [39] Lopes, J.B., *Aprender e Ensinar Física*: Fundação
 1409 Calouste Gulbenkian; 2004.
 1410 [40] Felder, R.M., Brent, R., *Cooperative Learning*. In:
 1411 Mabrouk PA, editor. Active Learning: Models from the
 1412 Analytical Sciences, ACS Symposium Series 970.
 1413 Washington, DC: American Chemical Society,; 2007, p. 34.

Nilza Costa, Paulo C. Oliveira, Cristina G. Oliveira

- 1414 [41] Johnson, D., Johnson, R., *Learning Together & Alone.*
1415 *Cooperative, Competitive & Individualistic Learning*
1416 *(Second Ed.)*. Prentice-Hall International; 1987.
- 1417 [42] Walberg, H.J., Paik, S., *Handbook of Research on*
1418 *Improving Student Achievement*. Chicago: Educational
1419 Practices Series; 2000.
- 1420 [43] Watts. M., *The Science of Problem Solving: A*
1421 *Practical Guide for Science Teachers*. London: Cassell
1422 Educational; 1991.
- 1423 [44] Oliveira, C.G., Costa, N., Neri Souza, F., Oliveira,
1424 P.C., *Physics Teaching Quality in Engineering Courses in*
1425 *Bologna Transition Period: Teacher's Conceptions* In:
1426 Rasteiro MG, editor. International Conference on
1427 Engineering Education (ICEE-2007) "The Moving
1428 Frontiers of Engineering". University of Coimbra: Sá
1429 Furtado, C. 2007.
- 1430 [45] Cachapuz, A., *Em Defesa do Aperfeiçoamento*
1431 *Pedagógico dos Docentes do Ensino Superior*. In: Reimão,
1432 C., editor. A Formação Pedagógica dos Professores do
1433 Ensino Superior. Lisboa: Edições Colibri; 2001, p. **63**.
- 1434 [46] Canha, M., Alarcão, I., *Colaboração e Comunidade:*
1435 *Conceitos Sustentadores de Projectos para o*
1436 *Desenvolvimento Profissional*. XV ENDIPE - Encontro
1437 Nacional de Didáctica e Prática de Ensino. Belo Horizonte,
1438 Brasil: XV ENDIPE; 2010.
- 1439 [47] Stewart, H., *Metaphors of Interrelatedness: Principles*
1440 *of Collaboration*. In: Christiansen H, Goulet, L., Krentz, C.,
1441 Maeers, M., editors. *Recreating Relationships:*
1442 *Collaboration and Educational Reform*. New York: State
1443 University of New York Press; 1997, p. **27**.
- 1444 [48] Oliveira, C.G., *Ensino da Física em Cursos de*
1445 *Engenharia: Percursos Colaborativos no Ensino Superior*.
1446 Departamento de Educação. Aveiro: Universidade de
1447 Aveiro; 2011.
- 1448 [49] Whitelegg, E., Parry, M., *Real-Life context for*
1449 *learning physics: meanings, issues and practice*. Phys Educ
1450 1999;Volme:**68**.
- 1451 [50] Irons, A., *Enhancing Learning Through Formative*
1452 *Assessment and Feedback*: Routledge; 2007.
- 1453 [51] Crouch C.H., Mazur, E., *Peer Instruction: Ten Years*
1454 *of Experience and Results*. American Association of
1455 Physics Teachers 2001;Volme.
- 1456 [52] Nicol D.J., Boyle J.T., *Peer Instruction Versus Class-*
1457 *wide Discussion in Large Classes: A Comparasion of Two*
1458 *Interaction Methods in the Wired Classroom*. Studies in
1459 Higher Education 2003;Volme:**458**.
- 1460 [53] Heller. P., Hollabaugh, M., *Teaching Problem Solving*
1461 *Through Cooperative Grouping. Part 2: Designing*
1462 *Problems and Structuring Groups*. American Journal of
1463 Physics 1992;Volme:**637**.
- 1464 [54] Cooper, H., Robinson, J.C., Patall, E.A., *Does*
1465 *Homework Improve Academic Achievement? A Synthesis of*
1466 *Research, 1987–2003*. Review of Educational Research
1467 2006;Volme:**1**.