

Motivação e Inclusão para o Sucesso

numa unidade curricular basilar

Paulo B. Vasconcelos e Sofia B.S.D. Castro Gothen

Faculdade de Economia da Universidade do Porto

Fevereiro de 2015

1 Introdução

A atual versão da unidade curricular de Matemática I do primeiro ano do primeiro ciclo de formação em Gestão resulta de um longo período de reflexão e troca de ideias por parte dos dois proponentes que, partilhando gabinete, interesse pelas necessidades dos estudantes e curiosidade por novas práticas pedagógicas, foram trabalhando para o resultado que agora aqui é apresentado. As ideias e práticas apresentadas constituem a parte já trilhada de um caminho cujo fim ainda não se encontra (e porventura nunca se encontrará) à vista.

O propósito desta experiência pedagógica esteve todavia sempre claro: motivar e tornar os estudantes parte essencial da sua aprendizagem e sucesso. Para isso, e também no sentido de contrariar as dificuldades iniciais a seguir descritas, o funcionamento da unidade curricular de Matemática I assenta num *blended learning* criado de modo a deixar a cada estudante a escolha da abordagem que mais se adequa às necessidades e/ou preferências. Tal é conseguido com a disponibilização de vários tipos de materiais, bem como da atuação concertada entre atividades em ambiente de *e-learning* e em sala de aula, a par do acompanhamento de cada estudante à medida dos seus objetivos.

A unidade curricular de Matemática I aparece no primeiro semestre do primeiro ano do primeiro ciclo de formação em Gestão. Assim, aproveita a memória que os estudantes ainda trazem da matéria lecionada no Ensino

Secundário mas sofre da falta de conhecimentos de Gestão e Economia¹ dos mesmos estudantes. É então uma preocupação a motivação dos estudantes para a utilidade da Matemática, não só noutras unidades curriculares da sua formação, mas também no seu futuro enquanto gestores ou economistas.

Os estudantes de Matemática I apresentam elevado sucesso académico como pode ser avaliado pelas médias de acesso a esta formação na Universidade do Porto. No entanto, ou por isso mesmo, trata-se de estudantes muito focados nas necessidades técnicas para uma avaliação de sucesso. Como consequência, desleixam frequentemente o porquê dos assuntos para se concentrarem na execução de respostas a perguntas que esperam tipificadas. Há assim lugar, para além da transmissão de matérias e desenvolvimento de competências, a um re-focalizar da aprendizagem do estudante na Matemática em si. Consequentemente, a lecionação de Matemática I oferece a oportunidade de provocar nos estudantes um desejo de autonomia na aprendizagem, uma curiosidade por mais do que uma abordagem da matéria e pela matéria em si como ferramenta de trabalho de um gestor e ainda como conhecimento com interesse próprio.

No início da implementação deste novo projeto pedagógico, Matemática I contava com 264 estudantes inscritos, sendo o *numerus clausus* de 120 nesta formação. Estudando as estatísticas de anos anteriores, verificou-se que o número de estudantes que completavam o processo de avaliação era muito baixo. Apareceu assim um outro desafio: não só era preciso promover o sucesso dos estudantes – motivação – como também era essencial evitar o abandono dos mesmos – inclusão.

Nas secções seguintes expomos o modo como abraçamos estes desafios nos últimos três anos letivos, esperando deixar claro o sucesso desta nova experiência pedagógica.

2 Estratégias pedagógicas

A unidade curricular de Matemática I funciona com recurso ao *e-learning* na plataforma Moodle da Universidade do Porto num sistema que se pretende de *b-learning*. A matéria está dividida em oito módulos cobrindo aspetos do estudo de funções reais de várias variáveis reais. Tratando-se de uma temática elementar e comum a todas as formações que incluem Matemática, a sua apresentação é, no caso presente, muito atenta à formação em Gestão que a integra.

¹A formação em Gestão na FEP.UP é parcialmente baseada em Economia pelo que muitos estudantes acabam por ser atraídos pela Economia também.

Os processos de ensino e de aprendizagem associada à aquisição de competências fundem-se num caminho de interação estudante-docente percorrido nos dois sentidos. O docente vai ao encontro do estudante por meio dos materiais que faculta, das ideias que comunica, das interrogações que propõe. O estudante por seu lado provoca o docente com as suas questões, a discussão das suas ideias ou interpretações alternativas. Deste modo, desencadeia no docente uma constante necessidade de aprendizagem do modo de transmitir conhecimentos e de partilhas de interrogações. Vemos nisto não um círculo viçoso mas antes uma espiral de aprendizagem que vai crescendo alicerçada na experiência adquirida.

O docente faculta materiais em vários formatos e com diferentes propósitos, sempre atempadamente. O *Texto Orientador* disponibilizado no Moodle fornece uma exposição do conteúdo científico da unidade curricular, ilustrada com exemplos que progridem de elementar até níveis mais ambiciosos. No final do Texto Orientador de cada módulo há um pequeno conjunto de perguntas elementares ou *questões de transição*. Estas servem como sinal de alerta: se o estudante não lhes consegue dar resposta, deve rever a matéria. O conteúdo do Texto Orientador é apresentado em sala de aula com recurso a *slides* que selecionam os conceitos, resultados e exemplos mais significativos. Também em sala de aula são utilizadas as *Propostas de Trabalho*, disponíveis no Moodle. As Propostas de Trabalho contêm exercícios: uma primeira secção, de interligação entre conteúdos, é, quando apropriado, constituída por exercícios de revisão do estudo de funções do Ensino Secundário; esta secção não é usada em sala de aula e entende-se como uma ponte de passagem entre o Ensino Secundário e o Superior. Uma última secção com o título "*Para praticar*" destina-se a proporcionar aos estudantes uma coleção de exercícios, para estudo autónomo, suficiente para que estes possam assegurar a aquisição de conhecimentos e desejável desenvoltura na sua aplicação. Os restantes exercícios são informalmente divididos em dois grupos servindo dois propósitos distintos: um número reduzido destes exercícios é apresentado na forma de exemplo resolvido no quadro pelo docente que vai guiando os estudantes com pequenas perguntas de resposta imediata e que indica um método de raciocínio eficaz para a resolução de uma classe alargada de exercícios; os restantes, em maior número, são apresentados como problema a resolver em sala de aula. Esta tentativa de resolução dos exercícios desde uma fase muito inicial de cada módulo é recebida com alguma relutância por parte de muitos estudantes. A situação é compreensível uma vez que os estudantes estão muito habituados a responder facilmente às questões que eram postas no Ensino Secundário e são deste modo confrontados com uma dificuldade. Rapidamente, no entanto, os estudantes se apercebem de que a tentativa que fazem em sala de aula evita a frustração associada a uma

tentativa feita na ausência do docente, uma vez que este, em sala de aula, os vai guiando no caminho da solução. Este confronto com uma dificuldade e a sua ultrapassagem contribuem largamente para o desenvolvimento de uma postura adequada ao mercado de trabalho onde os desafios e as dificuldades não são mitigados por quem quer e pode exigir resultados.

Trabalhando no sentido de garantir a capacidade de aplicar os conhecimentos e de fomentar a capacidade de resolução de problemas, indissociáveis das competências a adquirir por parte do estudante, cada módulo é introduzido sob a perspectiva de uma aplicação à Economia ou à Gestão. Trata-se de um grande desafio, potenciador da aprendizagem dos docentes, uma vez que os estudantes não têm, no primeiro semestre do primeiro ano, muitos conhecimentos na temática que os atrai, a Gestão ou a Economia. Ainda assim, tem sido possível construir exemplos, com recurso a linguagem pouco técnica e familiar aos estudantes, suficientemente motivadores para introduzir a necessidade do tema científico matemático tratado em cada módulo. Estes exemplos motivadores são apresentados apenas em sala de aula. No entanto, exemplos de aplicação são tratados em contexto de *Laboratório* no final de cada módulo. O Laboratório aparece no Moodle sob a forma de problema de escolha múltipla e é facultado aos estudantes em forma de pergunta aberta em sala de aula. O texto do Laboratório descreve uma situação próxima da realidade com o propósito de guiar os estudantes na associação entre os problemas reais que vão ser chamados a resolver na sua vida profissional e as matérias científicas lecionadas. Depois de transcrita a pergunta para uma linguagem Matemática a resolução é feita com os conhecimentos adquiridos no módulo em causa. No final a resposta é dada na forma de solução do problema (real) inicialmente formulado. Deste modo, tem lugar um fluxo bi-direcional entre os problemas a resolver e os conhecimentos científicos adquiridos. Durante o Laboratório, os estudantes trabalham em pequenos grupos (2 ou 3 estudantes), sendo a apresentação do tratamento do problema e sua resolução apresentado à turma por um deles. Deste modo, os estudantes desenvolvem desde o início da sua formação capacidades de trabalho em grupo e apresentação em público. Os estudantes que não estão a apresentar o trabalho são encorajados a questionar os colegas, potenciando assim um espaço de debate que se estende a toda a turma, incluindo o docente. Ocasionalmente, a discussão do problema a tratar alastra a toda a turma antes da resolução ser totalmente conseguida e o debate alargado ocorre numa fase mais inicial.

Os 6 ECTS atribuídos à unidade curricular, associados às quatro horas e meia letivas, permitem esperar algum volume de trabalho por parte do estudante fora da sala de aula. Assim, o curso disponibilizado na plataforma Moodle oferece ainda a possibilidade de os estudantes verificarem a sua posição

no percurso de aprendizagem (conhecimentos e competências) através da realização de *Testes de Auto-Avaliação*. Estes têm a forma de questões de escolha múltipla geradas aleatoriamente em testes de cinco questões. Não há restrição ao número de Testes de Auto-Avaliação que cada estudante pode realizar e, para além da informação relativa à resposta correta, o estudante recebe ainda um pequeno esclarecimento relativo a resposta erradas que tenha escolhido. A realização dos Testes de Auto-Avaliação contribui também para a preparação para a avaliação em que 30 % da cotação é obtida por resposta a perguntas de escolha múltipla.

Na plataforma Moodle, os acesso aos Testes de Auto-Avaliação em cada módulo é condicionado à conclusão com sucesso (mínimo de 75 %) das respostas às questões de transição do Texto Orientador. Assim, não só o estudante se apercebe do seu nível de conhecimentos no módulo, como intervém num processo de auto-superação premiado com o acesso aos Testes de Auto-Avaliação.

A motivação e discussão de ideias é promovida também no Moodle por via dos *Fóruns*. Trata-se de um ambiente em que um grupo pré-determinado de estudantes discute um desafio lançado por um docente. Apesar de os docentes terem acesso a todos os espaços de Fórum, a discussão tende a prosseguir sem a sua intervenção. Cada Fórum promove um espaço de discussão pelo período de uma semana no fim do qual a discussão que aí decorreu é transformada em pergunta de escolha múltipla, disponibilizada a todos os estudantes e frequentemente utilizada, com o conhecimento dos estudantes, como pergunta em teste ou exame. Deste modo, os estudantes contribuem para a construção da avaliação. A participação no Fórum dá origem a uma bonificação na nota final de, no máximo, um valor. Para além da utilização de perguntas resultantes de Fóruns, os enunciados de teste ou exame recorrem com frequência a perguntas apresentadas como exemplo no Texto Orientador, com o conhecimento dos estudantes.

A autonomia do estudante é encorajada e potenciada pela utilização do software *Maxima*. Trata-se de um software livre², de fácil instalação e disponível em todos os computadores da FEP.UP. O Maxima é um sistema de computação simbólica que permite métodos de resolução próximos dos que o estudante está habituado a fazer em papel mas agora com grande poder computacional. Para alguns estudantes a existência de software para alicerçar os conhecimentos, testar e criar novas situações é uma inovação com grande importância. O uso de software de manipulação simbólica dota o estudante da capacidade de transportar para o futuro, sem receios de esquecimento, os

²Sendo livre, o Maxima constitui também uma ferramenta transportável para o mercado de trabalho.

conceitos adquiridos e trabalhados no curso. Esta distinção, mesmo para os menos talhados para os sistemas de informação, é reconhecida como extremamente importante.

Em cada módulo, o curso no Moodle providencia a resolução dos exemplos do Texto Orientador com recurso ao Maxima. Para além disso, são disponibilizados ficheiros de código Maxima que os estudantes podem utilizar para verificar os resultados das Propostas de Trabalho. Não querendo identificar autonomia com ausência de ajuda, funciona também uma sessão de *Chat* que pode ser usada para esclarecer dúvidas ou debater ideias.

Nenhuma das ferramentas disponíveis no curso “on-line” exclui a possibilidade de os estudantes contactarem pessoalmente os docentes. Aliás, a unidade curricular disponibiliza atendimento semanal presencial em horário fixo durante todo o semestre.

A unidade curricular de Matemática I tenta, pelo exposto acima, tornar os seus estudantes parte integrante de si própria. Deste modo, permite que o estudante determine em grande parte o método de aprendizagem que quer seguir, podendo usar menos ou mais o ensino a distância para conseguir um método que pode ser quase totalmente tradicional de docente-estudante em sala de aula ou quase totalmente autónomo, respetivamente. O estudante sabe também que contribui para a sua própria avaliação, através dos Fóruns, e que a utilização dos materiais disponíveis o põe em contacto mais estreito com a avaliação a que se vai sujeitar, sabendo que são usados materiais do Texto Orientador. Sendo a avaliação um fim inevitável para o estudante, a participação em Fóruns e nos Laboratórios promove competências não diretamente avaliadas mas que constituem um enorme contributo na capacidade de adaptação do estudante ao mercado de trabalho.

3 Inovação

Para lidar com sucesso com os desafios com que nos deparamos há três anos, a inovação foi uma ferramenta essencial. Não só foi necessário inovar como foi indispensável deixar claro aos estudantes que a unidade curricular que propusemos é diferente da que os assustava ao ponto da desistência. Assim, alicerçando parte da inovação em competências naturais nos estudantes, nomeadamente ao nível da utilização do software e de recursos digitais, construímos um curso que permite aos estudantes uma ampla e proveitosa exploração dessas capacidades.

Com o propósito de fazer sentir a diferença, os estudantes são convidados a explorar as matérias, tanto antecipando a componente em sala de aula através do uso dos materiais previamente disponibilizados, contemplando uma abor-

dagem de “flip teaching”, como *a posteriori* sedimentando conhecimentos e discutindo múltiplas perspectivas. São peças essenciais nesta abordagem a existência de um Texto Orientador de referência que, contendo exemplos e não exercícios, evita o desconforto do desafio que se transforma em dificuldade; também com este propósito a resolução dos exemplos usando a ferramenta Maxima que é disponibilizada aos estudantes cria um sólido alicerce para a experimentação individual. Criada esta base segura, os estudantes podem, e sentem-se confiantes para, lidar com os desafios criados nos Fóruns e na resolução de exercícios em sala de aula, assim como nos Testes de Auto-avaliação.

A par disto, foi importante fazer sentir que a inovação deste projeto pedagógico não equivalia a deixar os estudantes completamente sós no processo de aprendizagem e aquisição de competências. Para isto, contribuiu a constante presença encorajadora dos docentes em sala de aula, tanto na resolução de exercícios como nas discussões dos Laboratórios, bem assim como a sua presença discreta e implícita na componente on-line, nos Fóruns, nos Chats e também através dos comentários disponibilizados nos Testes de Auto-avaliação.

4 Desenvolvimento científico e prestação pedagógica

Numa unidade curricular de primeiro ano consistindo em matérias elementares da área de investigação dos docentes a aplicação da investigação por estes realizada é necessariamente indireta. No caso presente, ambos os docentes são matemáticos mas usam abordagens distintas na sua investigação. Paulo Vasconcelos trata problemas numéricos, com recurso a ferramentas computacionais, enquanto Sofia Castro Gothen aborda a Matemática numa perspectiva sobretudo geométrica, de visualização espacial. São estas duas abordagens, mais do que os objetos de pesquisa, que se fazem sentir de forma clara no projeto pedagógico implementado na unidade curricular aqui descrita.

A abordagem numérica manifesta-se na utilização do software Maxima, oferecendo múltiplas abordagens para o tratamento de um mesmo problema. A perspectiva geométrica é fornecida nas descrições que ilustram os conceitos apresentados no Texto Orientador. As duas abordagens encontram-se no fim último das matérias lecionadas: o estudo do comportamento de funções reais de várias variáveis reais. Este estudo pode ser feito através do gráfico da função que é obtido, para duas variáveis, facilmente com recurso ao Maxima ou parcelarmente através do estudo cumulativo das matérias tratadas nos

vários módulos da unidade curricular. Estas parcelas têm por si só um significado geométrico que permite compreender o comportamento de variáveis relevantes em problemas de Gestão e Economia.

Numa relação mais direta entre investigação e ensino, o facto de ambos os docentes investigarem não só em Matemática mas também em Economia³ permitiu a construção de exemplos motivadores e a execução dos Laboratórios, colmatando, de forma correta e não intrusiva relativamente a outras unidades curriculares, as lacunas que os estudantes necessariamente apresentam numa unidade curricular do primeiro semestre do primeiro ano.

5 Resultados

A unidade curricular de Matemática I assistiu nos anos letivos de 2010-11 e 2011-12 a um aumento considerável de estudantes inscritos. Uma análise das estatísticas evidencia um decréscimo do número de estudantes a submeter-se a avaliação o que associado a uma taxa de aprovação não muito alta, cria um círculo vicioso que foi essencial quebrar.

Após reflexão foi estudada e elaborada uma nova abordagem pedagógica que foi apresentada e aprovada em Conselho de Agrupamento Científico.

Na Tabela 1 estão registados os resultados da unidade curricular nos últimos três anos letivos, anos nos quais se efetivou a nova abordagem. Os mesmos resultados podem ser visualizados na Figura 1.

Ano letivo	n. de Estudantes			rácios (%)		
	Inscritos	Avaliados	Aprovados	Avaliados /Inscritos	Aprovados /Inscritos	Aprovados /Avaliados
2012-2013	264	188	158	71.21	59.85	84.04
2013-2014	230	161	138	70.00	60.00	85.71
2014-2015	205	161	142	78.54	69.27	88.20

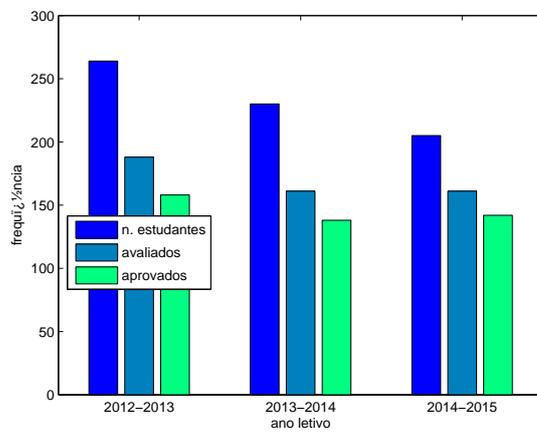
Tabela 1: Resultados da unidade curricular nos últimos três anos letivos

A redução do número de inscritos no tempo é o resultado almejado com esta nova estratégia, sendo que a redução é significativa: cerca de 30 estudantes por ano, o que representa uma diminuição de 25% do *numerus clausus* desde o ano letivo de 2012-2013. A estratégia tem claramente levado a que mais estudantes se sintam confiantes em enfrentar os processos de avaliação.

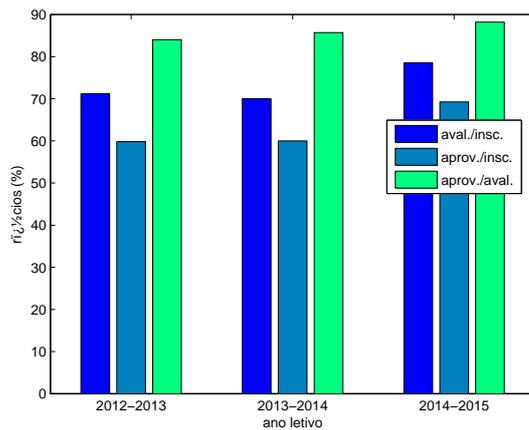
³Cabe aqui uma palavra de apreço dirigida aos colegas economistas que conosco trabalham e que nos apresentaram à economia que pode beneficiar de tratamento matemático.

Este facto é consequência natural do trabalho efetuado ao longo de semestre que proporciona aos estudantes o desejável conforto e à-vontade com o processo de aprendizagem e aquisição de competências.

Relativamente ao número de inscritos o número de avaliados tem produzido uma taxa na casa dos 70%, mesmo superior, tendo-se verificado este ano letivo um resultado final de grande sucesso com a aprovação de quase 89% dos estudantes avaliados. A conjugação destes dois rácios é concretizada no facto de os estudantes com inscrição mais antiga estar a diminuir e de globalmente todos os estudantes se sentirem confiantes em participar do processo de avaliação. A Figura 1a evidência uma quase constância do número abso-



(a) Número de inscritos, de avaliados e de aprovados



(b) Rácios entre inscritos, avaliados e aprovados

Figura 1: Resultados dos últimos 3 anos letivos

luto de avaliados e de aprovados acompanhada da redução de inscritos. Tal facto é manifesto na Figura 1b que ilustra a evolução positiva de todos os rácios, em particular do rácio avaliados/inscritos e aprovados/avaliados. Tal indica que esta nova estratégia pedagógica foi, e continua a ser, devidamente assimilada pelos estudantes.

No que respeita os inquéritos pedagógicos, é importante ter presente que a unidade curricular de Matemática I é uma unidade curricular basilar do primeiro ano primeiro semestre; os estudantes ainda não têm total perceção da importância da Matemática na formação de um economista ou gestor, nem mesmo da imprescindibilidade dos conhecimentos e competências adquiridos para as unidades curriculares subsequentes. Tal facto é patente no resultado da dimensão *efeitos da unidade curricular*. No entanto, a unidade curricular tem vindo a ser bem avaliada, com notações em crescendo: em média superiores a 5.5 em 2012-2013 e com todas as dimensões superiores a 5.5 em 2013-2014. Com base no funcionamento do ano letivo corrente a equipa está muito confiante na continuidade e intensificação desta tendência. Os resultados para este ano letivo ainda não estão disponíveis.

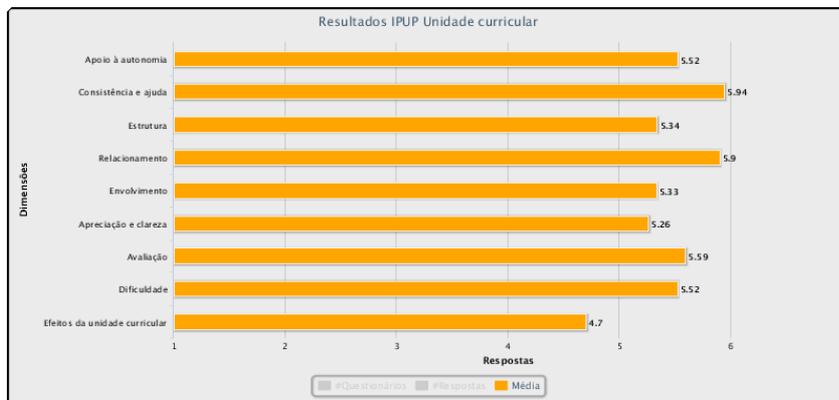
Nota-se que as dimensões mais bem valorizadas pelos estudantes são imprescindíveis a uma boa receção da nova abordagem pedagógica pelos estudantes: *consistência e ajuda e relacionamento*. Destaca-se com agrado que a dimensão *avaliação* é também adequadamente valorizada.

Atentos aos sinais recebidos diretamente dos estudantes e através dos inquéritos pedagógicos, foi introduzido este ano, no início de cada módulo, um exemplo motivador de aplicação dos conceitos matemáticos em problemas de economia e gestão. Os laboratórios foram sendo enriquecidos e na avaliação continuaram a ser considerados problemas de interpretação e adequação à vida real. Este esforço tem vindo a ser reconhecido pelos estudantes já que este tipo de problemas é aquele que mais questões e interesse tem levantado.

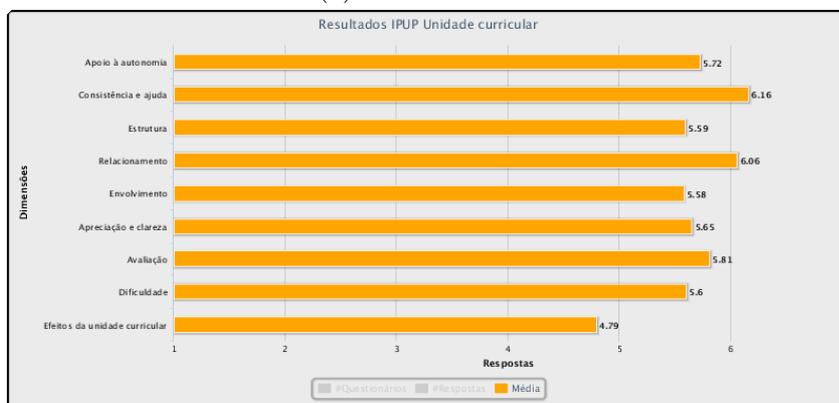
Tão ou mais representativa que as estatísticas dos inquéritos pedagógicos é a opinião dada pelos estudantes e reproduzida a seguir:⁴

- (2012-13) Método de ensino que requer trabalho em aula embora não tanto em casa mas sem sombra de dúvida eficaz e motivador
- (2012-13) Valorizo o facto de termos uma certa pressão para resolver exercícios e estar sempre ao corrente da matéria que estamos a dar
- (2012-13) Até agora, foi o melhor professor que tive. Tem uma boa relação com os alunos, é muito claro a explicar a matéria e nas resoluções dos exercícios é muito completo.

⁴Os resultados do ano letivo corrente ainda não foram disponibilizados.



(a) Ano letivo 2012-2013



(b) Ano letivo 2013-2014

Figura 2: Inquéritos Pedagógicos

- (2012-13) A professora tem um óptimo método de estudo. A professora mostrou-se disponível para me esclarecer qualquer dúvida o que me motivou e, este ano, consegui sem grande dificuldade. Como professora é uma excelente professora, expõe a matéria em várias perspectivas, dá muitos exemplos e explica muito bem os exercícios.
- (2013-14) Eu penso que a professora é uma excelente professora, bastante empenhada no seu trabalho, ajuda bastante os alunos quando estes necessitam de ajuda. Gostei muito de ter esta professora nesta unidade curricular.
- (2013-14) Acho que foi uma boa ideia a introdução de uma avaliação extra testes.
- (2013-14) Sinto que a professora esteve sempre presente quando neces-

sitamos, e esteve sempre muito preocupada com o nosso sucesso. Sinto que o meu sucesso para esta disciplina curricular se deveu, também em grande parte, à existência de atendimento às Quartas onde pude tirar as minhas dúvidas e devido a todo o material disponibilizado no Moodle.

6 Conclusão

É com grande satisfação que ao fim de três anos de trabalho neste projeto pedagógico vemos o número de inscritos em Matemática I descer até valores observados nas restantes unidades curriculares do mesmo ano. Sendo certo que a reação dos estudantes à nova abordagem não foi imediata, neste último ano é clara a disponibilidade que os estudantes evidenciam em se submeter à avaliação. As formas diversas de comunicação entre estudantes e entre estes e a equipa docente permite clarificar o processo de ensino-aprendizagem. As reações manifestadas, quer nas respostas aos Inquéritos Pedagógicos quer em conversas ao longo do semestre, são francamente encorajadoras do caminho seguido até aqui, sendo indiscutível a receptividade dos estudantes ao espaço que lhes é dado tanto em sala de aula como no curso on-line.

Conforme referido no início deste texto, nenhuma das reações favoráveis nos indica uma manutenção do *status quo*, servindo pelo contrário como motor inspirador da prossecução de um projeto pedagógico inclusivo, atento ao que o Ensino Secundário nos disponibiliza e às características, diferentes de ano para ano, dos estudantes que deste projeto vão fazendo parte.