



Universidade de Aveiro Departamento de Educação (DE)
2014

**MARGARIDA MORAIS
MARQUES**

**COMUNIDADES DE PRÁTICA *ONLINE*:
CONTRIBUTOS PARA A PRÁTICA LETIVA**



**MARGARIDA MORAIS
MARQUES**

**COMUNIDADES DE PRÁTICA *ONLINE*:
CONTRIBUTOS PARA A PRÁTICA LETIVA**

Um estudo de caso no âmbito da Educação em Ciência envolvendo professores e investigadores

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor no Programa Doutoral em Didática e Formação (3º Ciclo), realizada sob a orientação científica da Doutora Maria João Loureiro, Professora Auxiliar, e do Doutor Luís Marques, Professor Associado com agregação aposentado, do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro.

Apoio financeiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia (SFRH/BD/36177/2007) e do Fundo Social Europeu no âmbito do III Quadro Comunitário de Apoio.

Apoio financeiro do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro.

Ao Ricardo, aos meus pais e restante família e amigos.

A todos os professores que se empenham na melhoria das suas práticas.

A todos os alunos que querem aprender.

o júri

presidente

Prof. Doutor José Carlos Esteves Duarte Pedro
Professor Catedrático do Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática da
Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Duarte José de Vasconcelos da Costa Pereira
Professor Associado com Agregação Aposentado da Faculdade de Ciências da Universidade do
Porto

Prof.^a Doutora Maria Teresa Morais de Oliveira
Professora Auxiliar Aposentada do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa

Prof.^a Doutora Marília Pisco Castro Cid
Professora Auxiliar do Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora

Prof.^a. Doutora Maria João de Miranda Nazaré Loureiro
Professora Auxiliar do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro (orientadora)

Prof.^a. Doutora Patrícia Alexandra Pacheco de Sá
Investigadora de Pós-Doutoramento da Universidade de Aveiro

agradecimentos

O presente trabalho foi possível devido à colaboração diversas pessoas, às quais agradeço todo o apoio prestado:

- aos meus orientadores, Doutora Maria João Loureiro e Doutor Luís Marques, pela orientação, presença e carinho constantes;
- ao Ricardo pelo incentivo, apoio incondicional e compreensão ao adiarmos tantas experiências de vida que queremos partilhar;
- à minha família, particularmente os meus pais e irmão, pelo apoio a todos os níveis;
- aos amigos próximos, pela compreensão nas ausências prolongadas;
- à Carla Lopes e a todos os professores e investigadores que participaram no estudo, pela sua colaboração;
- à família da Doutora Maria João Loureiro, pelo carinho e bom humor constantes;
- aos professores envolvidos no projeto, pelo seu empenho na melhoria das práticas;
- aos revisores das publicações para as quais os artigos foram submetidos, pelos seus contributos, os quais permitiram melhorar o trabalho desenvolvido.

palavras-chave

Comunidade de Prática *online*. Desenvolvimento Profissional de Professores. Prática Letiva. Estratégia de Ensino. Desenvolvimento Curricular. Inovação. Educação em Ciência. Dinâmicas de interação.

resumo

As comunidades de prática (CoP), bem como a investigação-ação, têm vindo a ser apontadas na literatura como formas de promover o desenvolvimento profissional de professores, potenciando a melhoria das suas práticas letivas. Contudo, as evidências empíricas relativas às práticas letivas desenvolvidas por professores no âmbito dessas configurações sociais são escassas. Neste estudo procura-se contribuir para colmatar essa lacuna ao analisar uma CoP *online*, que envolveu professores de ciências e investigadores em Educação em Ciência (EC) e se constituiu no âmbito do projeto “Investigação e práticas lectivas em Educação em Ciência: Dinâmicas de interação” (IPEC), com enfoques distintos, a que se alude abaixo.

A investigação realizada envolveu uma metodologia de natureza predominantemente qualitativa, descritiva, exploratória e do tipo estudo de caso único, sendo o caso as práticas letivas desenvolvidas pelos membros da CoP referida e as dinâmicas de interação entre os mesmos. Como técnicas de recolha de dados, recorreu-se principalmente à observação mediada pela plataforma *online* de apoio ao desenvolvimento do projeto (dados estatísticos e as mensagens registadas automaticamente) e recolha de documentos. Quanto às técnicas de análise de dados, optou-se principalmente pela análise de conteúdo e análise documental interna, tendo-se triangulado dados de diferentes fontes. Com base no *Interconnected Model of Teacher Professional Growth*, que Clarke e Hollingsworth propuseram em 2002, e em instrumentos de análise resultantes da revisão de literatura, adaptados aos enfoques definidos, a análise da CoP selecionada incidiu sobre: **a)** os domínios externo e das práticas de desenvolvimento curricular (DC), ou seja, as suas dinâmicas de interação durante dois anos letivos; **b)** o domínio das consequências nas práticas letivas, no que concerne às estratégias de ensino de ciências desenvolvidas; **c)** a evidências do seu caráter inovador; e **d)** aos princípios de DC operacionalizados através do módulo curricular desenhado, implementado, avaliado e disseminado pelos membros da CoP.

Os resultados indicam que **a)** a participação dos membros variou ao longo do período de interação e que a sua dinâmica se enquadra numa adaptação das fases de desenvolvimento de CoP proposta por Wenger e colegas em 2002, com dois ciclos de investigação-ação; **b)** a CoP desenvolveu estratégias de ensino diversificadas, pouco exploradas por professores e coerentes com diversas recomendações da literatura, de forma consistente; **c)** as práticas letivas são inovadoras, do tipo *challenging*, tendo incluído o envolvimento de professores que lecionavam nas escolas dos professores membros da CoP; e **d)** a CoP operacionalizou vários princípios de DC recomendados na literatura, nomeadamente a flexibilidade e diferenciação. Os resultados empíricos permitiram ainda validar as dimensões do modelo de Clarke e Hollingsworth, assim como adaptar à especificidade do caso analisado.

Pelo acima referido, embora reconhecendo as limitações do estudo, nomeadamente relativas às opções metodológicas efetuadas, foi possível inferir que o trabalho realizado no seio desta CoP *online* de professores e investigadores contribuiu para a inovação e melhoria de práticas letivas de EC. Do estudo resultam ainda instrumentos de análise que se consideram relevantes, dado poderem vir a ser usados em investigações futuras, assim como poderem vir a orientar professores de ciências que desejem alinhar as suas práticas de ensino com recomendações da investigação em EC. Por fim, são apresentadas recomendações relativamente ao envolvimento de professores e investigadores em CoP *online*, no âmbito da EC, assim como relativamente a possibilidades ao nível de investigações futuras, nomeadamente a validação dos instrumentos e das recomendações apresentadas em contextos mais abrangentes e transversais.

keywords

Online Community of Practice. Teacher's Professional Development. Teaching Practice. Teaching Strategy. Curricular Development. Innovation. Science Education. Dynamics of interaction.

abstract

Communities of practice (CoP), as well as action-research, have been pointed in the literature as ways of promoting teachers' professional development, endorsing the improvement of their teaching practice. However, empirical evidence regarding the teaching practice developed by teachers in those social configurations are scarce. This study aims to contribute to address this shortcoming by analysing an online CoP of science teachers and Science Education (SE) researchers formed under the project "Investigação e práticas lectivas em Educação em Ciência: Dinâmicas de interacção" (IPEC), with different foci, alluded to below.

The research involved a mainly qualitative, descriptive, and exploratory single case study methodology. It focused on both the teaching practice developed by the members of the referred CoP, as well as their dynamics of interaction. As far as data collection techniques, we resorted mainly to observation mediated by the online platform of support of the development of the project (statistic data and posts automatically recorded) and documents collection. Regarding data analysis techniques, we resorted mainly to content analysis and document analysis. Data from different sources has been triangulated. Based on the Interconnected Model of Teacher Professional Growth that Clarke and Hollingsworth proposed in 2002, as well as in analysis instruments that resulted from the literature review, adapted to the foci of the study, the analysis of the selected CoP was made on: **a)** the external domain and domain of practice of curricular development (CD), in other words, their dynamics of interaction during two school years; **b)** the domain of the consequences in the teaching practice, regarding the developed science teaching strategies; **c)** evidence of their innovative nature; and **d)** the principles of CD operationalized through the curricular module that the members of the CoP designed, enacted, evaluated and disseminated.

The results show that **a)** the members' participation varied during the interaction period and their dynamic fits an adaptation of the stages of development of a CoP proposed by Wenger and colleagues in 2002, with two cycles of action-research; **b)** the CoP developed diverse teaching strategies, usually not explored by teachers, and coherent with commendations in the literature in a consistent way; **c)** the teaching practice was innovative, in a challenging way, and included the involvement of teachers that were teaching in the schools of the teachers who were members of the CoP; and **d)** the CoP operationalized several principles of CD commended in literature, namely flexibility and differentiation. The empirical results also allowed to validate the dimensions of the Clarke and Hollingsworth's model, as well as to adapt to the specificity of the analysed case.

Considering the above, whilst acknowledging the study limitations, namely regarding the methodological options, it was possible to infer that the work developed in this online CoP of teachers and researchers contributed to the innovation and improvement of teaching practices in SE. From this study also resulted analysis instruments that we consider relevant, as they can be used in future research, as well as to guide science teachers who wish to align their teaching practice with commendations from SE literature. Lastly, commendations are presented, regarding the involvement of teachers and researchers in online CoP in SE contexts, as well as the possibility of future research, namely the validation of instruments and of the presented commendations within broader and transversal contexts.

ÍNDICE

Júri	iv
Agradecimentos	v
Resumo.....	vi
Abstract.....	viii
Índice	x
CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO	1
1.1. Contexto e participantes na investigação	3
1.2. Problemática da investigação	5
1.3. Finalidades e metodologia de investigação delineada	10
1.4. Síntese da estrutura deste documento e fundamentação da opção de tese por artigos	16
Referências Bibliográficas	19
CAPÍTULO II	25
2.1. Introduction	27
2.2. CoPs' dynamics over time	29
2.3. Methodology	31
2.4. Dynamics of G2	35
2.5. Final comments	47
References	48
CAPÍTULO III	53
3.1. Introduction	56
3.2. Teaching strategies in Science Education	57
3.3. Methodology	61
3.4 Presentation and discussion of results	63
3.5. Final considerations	70
References	73
CAPÍTULO IV	77
4.1. Introduction	80
4.2. Clarification of the concept of innovation	81
4.3. Innovation in SE practices	82
4.4. Context of the study and methodology	84

4.5. Evidence of innovation in teachers' practices in IPEC	85
4.6. Evidence of communication strategies used in IPEC	91
4.7. Conclusions	92
References	93
CAPÍTULO V	95
5.1. Introdução	97
5.2. Perspetivas atuais relativas ao desenvolvimento curricular	100
5.3. Metodologia	102
5.4. Evidências da operacionalização dos princípios orientadores de desenvolvimento curricular por uma comunidade de prática <i>online</i>	104
5.5. Considerações finais	120
Referências	121
CAPÍTULO VI	133
Secção 6.1: Síntese dos contributos da análise da CoP selecionada	135
Secção 6.2: Adaptação do modelo de Clarke e Hollingsworth (2002)	141
Secção 6.3: Recomendações para ação futura e limitações da investigação	144
Secção 6.4: Reflexão final	141
Referências bibliográficas	143
Lista de tabelas	xii
Lista de figuras	xiii
Lista de gráficos	xiv
Lista de abreviaturas e siglas	xv
Lista de anexos (em CD-ROM)	xvii
Lista de apêndices (em CD-ROM)	xviii

LISTA DE TABELAS

Cap. 1

Tabela 1 - Espectro de modelos de DPP (adaptado de Kennedy, 2005)

Tabela 2 - Síntese dos procedimentos metodológicos explorados durante a investigação

Cap. 2

Table 1 – Framework of analysis of the stages of development of a CoP involving teachers and researchers in SE

Table 2- A comparison of some typical activities of the stages of development of communities among the analysed models

Cap. 3

Table 1 - Average (\bar{N}) and standard deviation (α) of the frequency of occurrence of teacher's (T) or student's (S) actions, in the triangulated lesson plans

Table 2 - Average (\bar{N}) and standard deviation (α) of the frequency of different protagonists, in the triangulated lesson plans

Table 3 - Average (\bar{N}) and standard deviation (α) of the frequency of different resources, in the triangulated lesson plans

Cap.4

Table 1 - Frequency of utilisation of the platform BAS

Cap. 5

Tabela 1 – Evidências empíricas de operacionalização do princípio de DC descentralizado, emergente da literatura

Tabela 2 – Evidências empíricas de operacionalização do princípio de DC flexível e diferenciado, emergente da literatura

Tabela 3 – Evidências empíricas de operacionalização do princípio de DC contextualizado em CTSA, emergente da literatura

Tabela 4 – Evidências empíricas de operacionalização do princípio de DC curricularmente integrado, emergente da literatura

Tabela 5 – Evidências empíricas de operacionalização do princípio de DC de fases iterativas, emergente da literatura

Tabela 6 – Comparação da planificação geral de consenso (Pinto *et al.*, 2009) com as planificações apresentadas por cada docente da CoP que implementou no estudo principal, refletindo as adaptações efetuadas ao contexto educativo de cada uma

LISTA DE FIGURAS

Cap.1

Figura 1 - “Interconnected model of professional growth”, adaptado de Clarke e Hollingsworth (2002).

Figura 2 - Relação entre os domínios do “Interconnected model of professional growth” (Clarke & Hollingsworth, 2002) e as questões de investigação formuladas.

Cap.2

Figure 1 – Curricular modules’ collaborative process of development, involving teachers and researchers of G2

Cap. 5

Figura 1 - Síntese esquemática dos princípios de desenvolvimento curricular

Cap. 6

Figura 1 - Adaptação do Interconnected model of professional growth de Clarke e Hollingsworth (2002) ao caso estudado

LISTA DE GRÁFICOS

Cap.2

Graph 1 – Frequency of access and publication of messages in forums by the teachers from G2

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS¹

AES - ambientes exteriores à sala de aula ou, em Inglês, OLE - outdoor learning environments

BAS - plataforma *online* de apoio ao projeto de investigação IPEC designada “Blackboard Academic Suite”

CM - curricular management ou, em Português, DC - desenvolvimento curricular

CoP - comunidade(s) de prática ou, em Inglês, community(ies) of practice

CTS(A) - movimento ciência-tecnologia-sociedade(-ambiente) ou, em Inglês, STS(E) - science-technology-society(-environment) movement

DC - desenvolvimento curricular ou, em Inglês, CM - curricular management

DCI - desenvolvimento curricular intencional ou, em Inglês, ICM - intended curricular management

DP - desenvolvimento profissional ou, em Inglês, PD - professional development

DPP - desenvolvimento profissional de professores ou, em Inglês, TPD - teachers’ professional development

EC - Educação em Ciência ou, em Inglês, SE - Science Education

EPP - perspetiva de ensino por pesquisa ou, em Inglês, ITA - inquiry teaching approach

G1 - grupo 1 do projeto de investigação IPEC

G2 - grupo 2 do projeto de investigação IPEC

G3 - grupo 3 do projeto de investigação IPEC

G4 - grupo 4 do projeto de investigação IPEC

ICM - intended curricular management ou, em Português, DCI - desenvolvimento curricular intencional

ICT - information and communication technology ou, em Português, TIC - tecnologias da informação e comunicação

Inv 1 - investigador do grupo 2 do IPEC que designamos como investigador 1

Inv 2 - investigadora do grupo 2 do IPEC que designamos como investigadora 2

Inv 3 - investigador do grupo 2 do IPEC que designamos como investigador 3

IPEC - projeto “Investigação e práticas lectivas em Educação em Ciência: Dinâmicas de interacção”

ISC - índice de sentimento de comunidade

ITA - inquiry teaching approach ou, em Português, EPP - perspetiva de ensino por pesquisa

ISC - índice de sentimento de comunidade

OLE - outdoor learning environments ou, em Português, AES - ambientes exteriores à sala de aula

PD - professional development ou, em Português, DP - desenvolvimento profissional

ProfA - professora do grupo 2 do IPEC que designamos como professora A

ProfB - professora do grupo 2 do IPEC que designamos como professora B

ProfC - professora do grupo 2 do IPEC que designamos como professora C

ProfD - professora do grupo 2 do IPEC que designamos como professora D

ProfE - professora do grupo 2 do IPEC que designamos como professora E

SE - Science Education ou, em Português, EC - Educação em Ciência

STS(E) - science-technology-society(-environment) movement ou, em Português, CTS(A) - movimento ciência-tecnologia-sociedade(-ambiente)

TIC - tecnologias da informação e comunicação ou, em Inglês, ICT - information and communication technologies

TPD - teachers' professional development ou, em Português, DPP - desenvolvimento profissional de professores

¹ De forma a facilitar a leitura, utiliza-se a forma extensa na primeira vez em que o termo surge em cada capítulo.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Relatórios de reflexão final das professoras do G2 do IPEC

ANEXO 2 – Interações nos fóruns do G2

ANEXO 3 – Documentos anexos aos fóruns do G2

ANEXO 4 – Estatísticas de uso da plataforma pelos membros do G2

ANEXO 5 – Comunicação sobre as dinâmicas de interação do IPEC, apresentada no Colóquio "Da investigação à prática: Interações e debates", em fevereiro de 2008, Aveiro

LISTA DE APÊNDICES

- APÊNDICE 1 – Artigo sobre a utilização de tecnologias de comunicação *online* pelo G2 do IPEC, publicado nas atas da Conferência IADIS Ibero-Americana, WWW/Internet 2008, em dezembro de 2008, Lisboa
- APÊNDICE 2 – Artigo sobre as dinâmicas de interação do G2 do IPEC, publicado nas atas do I Encontro Internacional TIC e Educação – ticEDUCA2010, em novembro de 2010, Lisboa
- APÊNDICE 3 – Artigo sobre as dinâmicas de interação do G2 do IPEC, publicado no n.º extra de Abril de 2011 da Revista Educação, Formação & Tecnologias
- APÊNDICE 4 – Artigo sobre a gestão curricular intencional do G2 do IPEC durante o primeiro ano de interação, publicado nas atas do VIII Congreso Internacional Sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, em setembro de 2009, Barcelona
- APÊNDICE 5 – Artigo que propõe um instrumento análise qualitativo sobre princípios de desenvolvimento curricular, aceite para publicação nas atas do 3º Congresso Ibero-Americano em Investigación Qualitativa, a realizar em julho de 2014, Badajoz
- APÊNDICE 6 – Protocolo do estudo de caso

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

O presente capítulo visa apresentar e contextualizar o trabalho de Doutoramento desenvolvido, em que se procurou analisar potenciais contributos das comunidades de prática (CoP) *online*, envolvendo professores e investigadores, para a prática letiva em Educação em Ciência (EC), dando continuidade e aprofundando o trabalho de Mestrado da autora (Marques, 2008). Na secção seguinte descreve-se a problemática e clarificam-se conceitos fundamentais no âmbito da investigação empreendida, tais como estratégias de ensino, inovação, desenvolvimento curricular (DC) ou CoP. Trata-se de uma abordagem conceptual propositadamente concisa, de forma a evitar excessivas repetições em relação ao corpo desta tese, uma vez que se adotou o formato de tese por artigos (Paltridge, 2002). Não sendo um formato comum na área da Educação, tem vindo a ser adotado nas áreas de cariz tecnológico, nomeadamente na medicina e biologia (Gustavii, 2012) e previsto no Regulamento de Estudos da Universidade de Aveiro. Posteriormente, apresenta-se a metodologia desenvolvida com o intuito de atender à finalidade desta investigação, indicando os pressupostos assumidos, as questões de investigação e as opções metodológicas em cada eixo investigativo. Por fim, descreve-se a estrutura deste documento que materializa o trabalho desenvolvido e fundamenta-se a opção pela apresentação de uma tese por compilação de publicações. De acordo com ponto 3 do artigo 64 do Regulamento de Estudos da Universidade de Aveiro, indica-se ainda o contributo pessoal da autora em cada uma das referidas publicações.

1.1. Contexto e participantes na investigação

A investigação que este documento reporta foi realizada pela autora enquanto aluna do Programa Doutoral em Didática e Formação da Universidade de Aveiro e bolseira a tempo parcial da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT). Aprofunda o **trabalho de Mestrado** que incidiu nas implicações do envolvimento de professores de ciências e investigadores de EC numa CoP ao nível da gestão curricular intencional (Marques, 2008).

O contexto de desenvolvimento do trabalho de mestrado e da presente investigação foi o projeto “Investigação e práticas lectivas em Educação em Ciência: Dinâmicas de

interacção” (IPEC), também financiado pela FCT, que teve como ponto de partida o distanciamento entre as práticas de investigação e as de ensino (Broekkamp & Hout-Wolters, 2007; Costa, Marques, & Graça, 2003; Goos, 2008; Hargreaves, 1999; L. Marques *et al.*, 2008), apesar de na literatura da especialidade se reconhecer que a colaboração entre investigadores e professores pode criar cenários produtivos em aprendizagem e mudança das práticas educativas (Aubusson, 2002; Avalos, 2011; Bartholomew & Sandholtz, 2009; Broekkamp & Hout-Wolters, 2007; L. Marques *et al.*, 2008; Ratcliffe *et al.*, 2005).

No âmbito do projeto IPEC criou-se e manteve-se uma comunidade que desenvolveu trabalho colaborativo a partir de dificuldades emergentes da prática dos professores, interagindo através de uma plataforma de apoio. Deste modo, foram negociados quatro grupos de trabalho (designados por G1, G2, G3 e G4), envolvendo professores e investigadores, com o intuito de desenvolver, implementar e avaliar módulos curriculares na área da sustentabilidade (M. J. Loureiro *et al.*, 2008).

A investigação empreendida no âmbito do trabalho de Mestrado envolveu duas fases: *i*) seleção de um grupo de trabalho do IPEC, de acordo com critérios que garantissem que se estaria a analisar uma CoP *online*; e *ii*) estudo da gestão curricular intencional do grupo selecionado e das dificuldades sentidas pelos seus membros. Deste modo, durante a primeira fase adaptou-se um instrumento de identificação do sentimento de comunidade num grupo social (Chavis, s.d.; McMillan & Chavis, 1986). Dois grupos, G2 e G3, destacaram-se por revelarem elevados índices de sentimento de comunidade (ISC), cumprindo o critério de constituírem comunidades. O segundo critério referia-se à interação através de ferramentas de comunicação a distância, tendo-se verificado que ambos os grupos também cumpriam este critério.

Apesar de dois dos grupos de trabalho do projeto satisfazerem os critérios de seleção acima referidos, o G2 registou maiores índices de atividade na plataforma de apoio ao projeto e privilegiou ferramentas de interação assíncronas (M. Marques *et al.*, 2008, ver apêndice 1) reconhecidas na literatura da especialidade como mais propícias à reflexividade, quando comparadas com ferramentas síncronas (Lapadat, 2002). Deste modo, considerou-se que seria favorável a análise do trabalho realizado pelo referido grupo.

Procurou-se ainda verificar se o grupo acima considerado detinha características fundamentais das CoP. Para tal, compararam-se os dados das mensagens publicadas pelos membros do grupo nos fóruns da plataforma de apoio com o referente de CoP, segundo Wenger (1998), tendo sido identificados nove dos catorze indicadores

reconhecidos. Pelo exposto, considerou-se que o G2 constituiu uma CoP, que interagiu predominantemente em ambiente *online* (Marques, 2008).

O grupo selecionado, G2, era constituído por cinco professoras de ciências, designadas por ProfA a ProfE, e três investigadores em EC, referidos como Inv1 a Inv3. A caracterização do grupo é efetuada nos artigos que constituem o corpo desta tese (Marques, Loureiro, & Marques, 2011b; aceite; submetido; em preparação), pelo que se evita repetir mais uma vez essa descrição.

Tendo em conta a finalidade acima referida do presente estudo, uma das temáticas fundamentais neste trabalho investigativo é o das práticas letivas. Pretendendo-se estudar os contributos da interação em CoP *online* para as práticas e no sentido de focar a análise, esta centrou-se nas implicações do trabalho realizado pelos membros do G2, ao nível da inovação das práticas letivas, das estratégias de ensino desenvolvidas pelo grupo e dos princípios de DC que sustentam as práticas. Na secção seguinte clarificam-se conceptualmente os termos chave do estudo, ainda que sucintamente, dado serem aprofundados nos artigos que constituem o corpo da tese, bem como a problemática da investigação.

1.2. Problemática da investigação

As práticas letivas abrangem a promoção da aprendizagem dos alunos e, na literatura da especialidade, têm tido várias designações, tal como '*actividad de enseñanza*' (De Pro Bueno, 1999), '*didactic strategy*' (Hus & Grmek, 2011) ou '*teaching strategy*' (Minner, Levy, & Century, 2010; Schroeder, Scott, Tolson, Huang, & Lee, 2007; Wise, 1996). O último termo, **estratégia de ensino**, parece ser perfilhado mais frequentemente, sendo definido em Portugal por autores como Vieira e Vieira (2005), Gaspar e Roldão (2007) e Leite (2010). Da reflexão sobre as propostas destes autores, estratégia de ensino pode ser definida como uma (inter)ação entre aluno-professor-recursos educativos que requer uma clarificação do objetivo educativo visado e uma previsão detalhada do processo e recursos necessários para o alcançar.

A **inovação das práticas** letivas é vista como uma forma de melhorar a qualidade do ensino (Kärkkäinen, 2012), sendo um termo bastante abrangente e que parece carregar a aceção de novidade e mudança. A análise da literatura da especialidade permitiu, porém, constatar que inovação tem vindo a ser definida como a criação e implementação intencional de uma nova ideia, que se pretende trazer benefícios para o

sistema onde é implementada (Adams, 2003). Na área educativa poderá abranger o que é ensinado aos alunos (Kärkkäinen, 2012), a procura de novas estratégias de ensino e a disposição para avaliar a eficácia das estratégias de ensino adotadas (Jaskyte, 2009) ou mesmo a procura de modelos de aprendizagem sustentados no uso de tecnologias e redes (Aceto, 2010). Neste contexto, a novidade trazida pela inovação situa-se no facto desta constituir algo novo para as pessoas envolvidas e não na emergência de modelos de atuação ou produtos sem precedentes (Aceto, 2010; Adams, 2003).

O **desenvolvimento curricular** (DC), particularmente ao nível de decisão do professor (nas escolas), é um processo de elevada complexidade que abrange os processos e metodologias que a escola/professores colocam em marcha para a consecução das aprendizagens curriculares (Roldão, 1999). Desta forma, poderá ser definido como um “processo alargado e explicativo da acção contínua do próprio currículo, na passagem sequente pelas diferentes fases de justificação, concepção, implementação e avaliação ou (...) processo eclético e interpretativo em acção circunstanciada que distingue as fases de concepção/elaboração, operacionalização e avaliação” (Gaspar & Roldão, 2007, p. 194).

Tendo clarificado conceitos básicos no âmbito das práticas letivas de relevância para o trabalho investigativo que se apresenta neste documento, visa-se agora tecer considerações no âmbito de modos de contribuir para a sua melhoria. Para tal será fundamental abordar o **desenvolvimento profissional de professores** (DPP), o qual engloba processos formativos de professores que visam especificamente a melhoria das suas competências e das práticas letivas. No seu estudo de revisão da investigação sobre esta temática, Borko (2004, p. 3) classificou o DPP como “woefully inadequate”, por se caracterizar como fragmentado, intelectualmente superficial e sem considerar o que a literatura da especialidade sabe acerca da aprendizagem dos professores. Outros autores subscrevem e acrescentam que muitas intervenções de DPP são consideradas irrelevantes para os reais problemas da prática letiva (Lieberman & Mace, 2010), focando-se nos programas e conteúdos ao invés das experiências de aprendizagem (Webster-Wright, 2009). Deste modo, reconhece-se a necessidade de uma mudança em relação a essa forma de providenciar DPP (Lieberman & Mace, 2010).

Num estudo comparativo de diferentes modos de organizar e estruturar intervenções de DPP, Kennedy (2005) identifica nove categorias, não exaustivas e não exclusivas (ver tab. 1). Segundo a autora, as categorias ‘training’/treinamento, “award-bearing”/ atribuição de grau académico, “deficit”/lacunas e “cascade”/exponencial alinham-se com intencionalidades de carácter transmissivo. No extremo oposto, as

categorias “action research”/investigação-ação e “transformative”/transformativo, promoverão maior autonomia profissional e o contributo dos professores no desenvolvimento de práticas e políticas educativas. Por fim, às categorias “standards-based”/baseado em referentes de competência, “coaching/mentoring”/mentoria e “community of practice”/comunidade de prática (CoP), é reconhecida a capacidade de apoiar agendas compatíveis com ambos os propósitos acima referidos.

Tabela 1 - Espectro de modos de DPP (adaptado de Kennedy, 2005)

Modelo de DPP	Propósito do modelo
Treinamento	Transmissão
Atribuição de grau académico	
Lacunas	
Exponencial	
Baseado em referentes de competência	De transição
Mentor	
Comunidade de prática	
Investigação-ação	Transformativo
Transformativo	

Aumento da capacidade para a autonomia profissional

Dadas as suas características, as redes e comunidades de professores, em particular as CoP, têm vindo a ser reconhecidas como potencialmente promotoras do DPP e da qualidade do ensino (Lai, Pratt, Anderson, & Stigter, 2006). Este modelo de DPP é compatível com teorias da aprendizagem situada, perfilhadas por diversos autores da literatura da especialidade (Avalos, 2011; Borko, 2004; Huizen, Oers, & Wubbels, 2005; Lave & Wenger, 1991; Wenger, 1998), nas quais a aprendizagem é concebida como consequência natural da participação em agrupamentos sociais e, quando se consideram comunidades relevantes no contexto de trabalho, podem envolver os professores na resolução de problemas genuínos advindos das suas práticas profissionais (Borko, 2004; Lave & Wenger, 1991; Webster-Wright, 2009; Wenger, 1998). Esta posição coaduna-se ainda com perspetivas vygotkianas da aprendizagem, as quais enfatizam a conetividade entre o indivíduo e as práticas socio-culturais em que participa, assim como o desenvolvimento de uma identidade profissional (Huizen *et al.*, 2005). Acresce que a literatura da especialidade tem vindo a reconhecer que programas de maior eficácia são geralmente de longo termo e contextualizados no âmbito de uma comunidade de apoio à aprendizagem (Webster-Wright, 2009; Wenger, 1998). A literatura reconhece ainda a relevância da colegialidade entre professores como um meio de aprender em conjunto sobre as próprias práticas e as dos colegas (Lieberman & Mace, 2010). Desta forma, e dado que se pode constituir como um modelo de desenvolvimento de autonomia profissional (Kennedy, 2005), a análise de uma intervenção de DPP sob a

perspetiva de CoP foi uma das adotadas nesta investigação (ver capítulo 2). Ainda atendendo, às categorias de desenvolvimento profissional referidas, a investigação-ação pode potenciar a transformação das práticas letivas, tendo igualmente sido considerada na análise das dinâmicas do G2.

A expressão **comunidade de prática** (CoP) foi cunhada por Lave e Wenger (1991), tendo sido mais tarde aprofundada pelo segundo autor. Segundo Wenger e colegas (2002, p. 27) as CoP são “a unique combination of three fundamental elements: a domain of knowledge, which defines a set of issues; a community of people who care about this domain; and the shared practice that they are developing to be effective in their domain.” Assim, as suas potencialidades para o DPP são a aprendizagem situada na prática, o destaque da reflexão do professor sobre as suas práticas e o facto de permitirem que os professores atuem como co-produtores de conhecimento. Outras potencialidades deste tipo de configuração social são referidas em estudos de CoP envolvendo professores. Por exemplo, Thomas e co-autores (1998) estudaram grupos de professores com reuniões presenciais e regulares e referiram que a participação nestas comunidades diminuiu o isolamento dos docentes e potenciou a sua capacidade crítica. Projetos como o “Inquiry Learning Forum” ilustram experiências de desenvolvimento de CoP em interação *online* que potenciaram a aprendizagem da teoria através da prática e facilitam a avaliação das convicções e práticas dos professores (Barab, Barnett, & Squire, 2002). A constituição da referida CoP permitiu ainda identificar fatores limitativos à participação: a indisponibilidade de tempo, a cultura docente de isolamento e a escassez de eventos presenciais (Barab *et al.*, 2002). Por outro lado, o programa “Tapped In” (Schlager, Fusco, & Schank, 2002), no qual a comunicação *online* foi complementada com reuniões presenciais, fez emergir o condicionalismo da falta de tecnologia apropriada, e da compreensão de como a usar *online*, pode contribuir para a diminuição da participação em CoP exclusivamente *online*, daí a pertinência da realização de eventos presenciais (Fusco, Gehlbach, & Schlager, 2000).

Na sua análise de literatura sobre DPP, Avalos (2011, p. 17) conclui que “diverse formats of professional development have effects of some kind or degree.” Contudo, ainda segundo a autora “we know little about how pervasive these changes are and to what degree they sustain continuous efforts to move ahead” (*idem*). A falta de estudos com este enfoque tinha já sido reconhecida por outros autores, como, Dede e colegas (2009), Lai e colegas (2006) e Vescio e colegas (2008). Deste modo, torna-se relevante efetuar estudos que providenciem evidências empíricas relativamente aos potenciais contributos de intervenções de DPP, como é o caso das CoP, para a melhoria das

práticas letivas. Realça-se no entanto que, nas últimas duas décadas, parece associar-se a eficácia dos programas de DPP com a sua capacidade de introduzir melhorias das aprendizagens dos alunos (Abell *et al.*, 2007; Adey, 2006; Borko, 2004; Clarke & Hollingsworth, 2002; Guskey & Sparks, 2002). Por exemplo, na esteira do trabalho desenvolvido por Guskey e Sparks (2002), Clarke e Hollingsworth (2002) propõem o “Interconnected model of professional growth” (ver fig. 1) que reconhece a complexidade e diversidade de trajetos de DPP no alcançar de resultados relevantes, nomeadamente a aprendizagem dos alunos, no domínio das consequências.

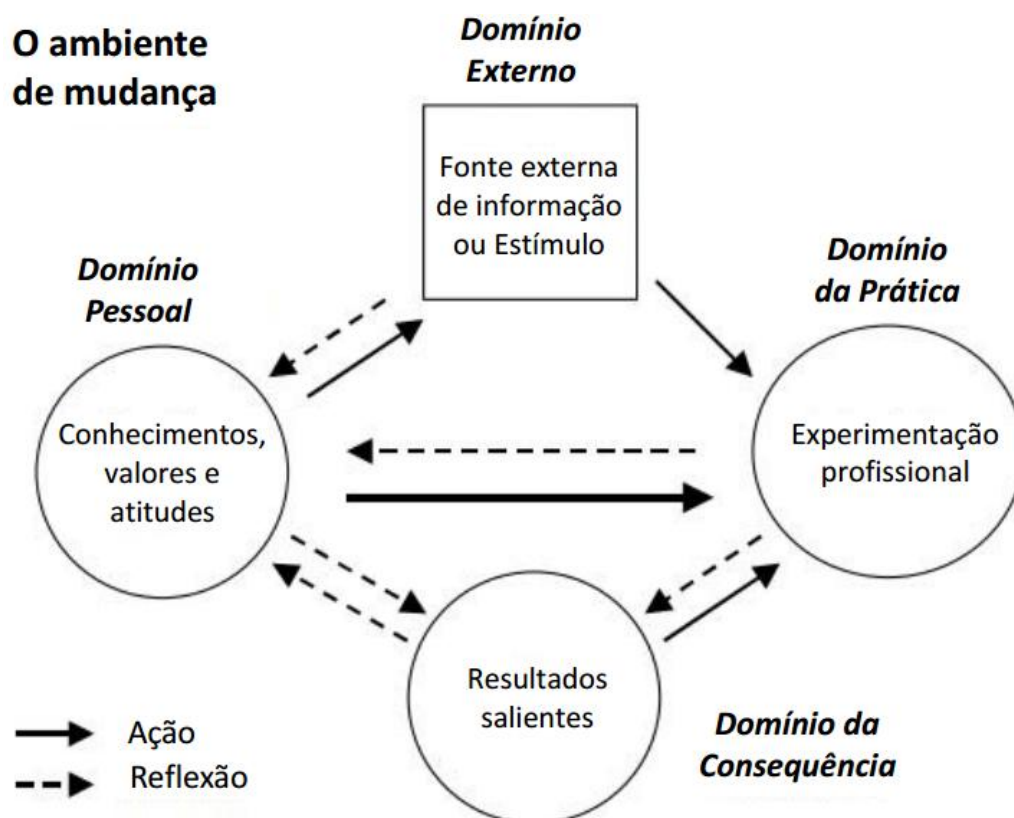


Figura 1 - “Interconnected model of professional growth”, adaptado de Clarke e Hollingsworth (2002).

O referido modelo, sustentado em dados empíricos, identifica quatro domínios do crescimento profissional do professor: *i)* externo, incluindo fontes de informação, estímulos e apoio dado ao professor, ou seja, o programa ou intervenção de DPP a que o professor adere; *ii)* pessoal, que inclui os seus conhecimentos, crenças e atitudes, ou seja, envolve o desenvolvimento de competências profissionais do professor; *iii)* das práticas, que envolve experimentação profissional, ou seja, a alteração e inovação das

CoP *online*: contributos para a prática letiva

práticas do professor; e **iv) das consequências**, referindo-se aos resultados do DPP, nomeadamente na promoção da aprendizagem dos alunos ou inferências que o professor faz das suas práticas letivas. O referido modelo apresenta estes domínios interligados, de tal forma que uma mudança num domínio poderá conduzir a uma mudança noutra, através de processos de ação e reflexão. No estudo reportado no presente documento, e à semelhança de outros estudos da literatura (Justi & Driel, 2006; Witterholt, Goedhart, Suhre, & Streun, 2012), o modelo de Clarke e Hollingsworth foi trabalhado no sentido de apoiar a compreensão das implicações do processo de DPP, em particular no que respeita às práticas letivas, empreendido no âmbito de uma CoP de professores de ciências e investigadores, em contexto *online*. Na conclusão desta tese e atendendo aos contributos desta investigação discutir-se-á o modelo, propondo-se adaptações.

Atendendo à problemática da investigação acima sintetizada, na secção que se segue apresentam-se as finalidades e metodologia da investigação levada a cabo, clarificando os pressupostos e as questões de investigação, assim como os diferentes eixos da investigação que este documento reporta.

1.3. Finalidades e metodologia de investigação delineada

Atendendo à escassez de estudos empíricos acima assinalada, a **finalidade** desta investigação centra-se na análise de potenciais contributos de uma CoP *online* envolvendo professores e investigadores, constituída no âmbito do projeto IPEC, o G2 brevemente descrito na secção 1.1, para as práticas letivas e para o DPP. Visou-se ainda apresentar recomendações relativamente a medidas para potenciar esses contributos, atendendo assim à oitava sugestão de futuras investigações definida aquando do trabalho de Mestrado (Marques, 2008).

Considera-se importante reconhecer que o trabalho desenvolvido assenta num conjunto de **pressupostos**, os quais se baseiam na literatura da especialidade **i)** as CoP *online* detêm o potencial para contribuir para uma intervenção de DPP eficaz (Lai *et al.*, 2006; A. Loureiro *et al.*, 2009; Vescio *et al.*, 2008) e **ii)** uma alteração no domínio externo do professor, e.g. mediante uma intervenção de DPP, pode ter consequências ao nível do domínio das suas práticas (Clarke & Hollingsworth, 2002), nomeadamente letivas, que são o foco desta investigação.

Tendo em conta as finalidades acima enunciadas, assim como os domínios do “Interconnected model of professional growth” (Clarke & Hollingsworth, 2002), foram

definidas as seguintes **questões de investigação**, contextualizadas no G2 do projeto IPEC, que constituiu uma CoP *online* de professores de ciências e investigadores (ver fig. 2):

1. Quais as dinâmicas de interação da CoP selecionada?
2. Em que medida as estratégias de ensino desenvolvidas pela CoP selecionada são consistentes com indicadores da investigação em EC no que respeita estratégias eficazes para a aprendizagem dos alunos?
3. Qual é o potencial da CoP selecionada para o desenvolvimento e adoção de práticas letivas inovadoras e, portanto, para o DPP? Que estratégias de comunicação podem facilitar práticas inovadoras?
4. Que princípios orientadores do DC, reconhecidos na literatura da especialidade, foram operacionalizados no desenvolvimento de um módulo curricular pela CoP selecionada?
5. Que recomendações, ao nível das intervenções para o DPP e das práticas letivas, emergem do envolvimento de professores e investigadores na CoP selecionada?



Figura 2 - Relação entre os domínios do "Interconnected model of professional growth" (Clarke & Hollingsworth, 2002) e as questões de investigação formuladas.

À semelhança do *design* investigativo delineado aquando do trabalho de Mestrado, também neste trabalho se optou por desenvolver um estudo qualitativo, descritivo e exploratório (Berg, 2001; Yin, 2009), dado o contributo do trabalho desenvolvido de CoP *online* nas práticas dos professores ser um fenómeno ainda pouco documentado, com

base em estudos empíricos (Avalos, 2011; Dede *et al.*, 2009; Lai *et al.*, 2006; Vescio *et al.*, 2008).

A contemporaneidade do fenómeno a estudar, num contexto de vida real no qual a investigadora não detinha qualquer controlo sobre os eventos, assim como a tipologia das questões de investigação justificam a opção por um estudo de caso (Yin, 2009). Recorda-se que as questões investigativas enunciadas se enquadram maioritariamente na tipologia “what”, a qual é adequada quando o investigador se propõe a desenvolver um estudo de caso exploratório (Yin, 2009).

A tab. 2 oferece uma visão global do trabalho investigativo desenvolvido, procurando evidenciar articulações entre os diferentes eixos investigativos, questões de investigação, técnicas e instrumentos explorados e artigos que compõem o corpo desta tese. Conforme se pode inferir, trata-se de um estudo de caso único, com quatro unidades de análise embebidas (Yin, 2009): *i)* as dinâmicas de interação do G2, *ii)* as estratégias de ensino em EC do G2, *iii)* o carácter inovador das práticas letivas de EC do G2 e *iv)* os princípios de DC operacionalizados pelo G2. Neste estudo, visou-se a compreensão aprofundada de um só caso, sem procurar compará-lo com outros, nem tendo preocupações com a generalização dos seus resultados (Bogdan & Biklen, 1992; Yin, 2009). Destaca-se ainda que, por ter um carácter transversal às quatro unidades de análise delineadas, a questão de investigação número cinco não se encontra representada na tab. 2. Contudo, as recomendações apresentadas no capítulo das conclusões têm origem nos estudos a que os quatro capítulos se referem.

Tabela 2 - Síntese dos procedimentos metodológicos explorados durante a investigação

Finalidade:		Análise de potenciais contributos de uma CoP <i>online</i> de professores e investigadores para as práticas letivas e para o DPP			
Intencionalidade		Critério de seleção		Técnicas e instrumentos	
1º eixo (Mestrado)	Selecionar uma CoP <i>online</i> de professores e investigadores em EC do projeto IPEC	É uma comunidade - ISC elevado (McMillan e Chavis, 1986).		<ul style="list-style-type: none"> • Inquérito por questionário, baseado em McMillan e Chavis (1986); • Análise estatística descritiva. 	
		Comunicação preferencialmente <i>online</i> e explorando ferramentas que potenciam maior reflexividade.		<ul style="list-style-type: none"> • Observação mediada pela plataforma de apoio; • Análise documental interna das mensagens em fóruns; • Análise estatística descritiva. 	
		Funcionamento coerente com o referente de CoP de Wenger (1998)		<ul style="list-style-type: none"> • Observação mediada pela plataforma de apoio; • Análise de conteúdo das mensagens em fóruns. 	
G2					
Questão	Intencionalidade	Técnicas e instrumentos		Publicações	Capítulo
2º eixo (Mestr. e Dout.)	Q1	Analisar as dinâmicas de interação da CoP selecionada (portanto, caracterizar esta intervenção de DPP).	<ul style="list-style-type: none"> • Observação mediada pela plataforma de apoio; • Análise documental interna (mensagens e documentos anexos em fóruns); • Análise estatística descritiva; • Análise descritiva. 	“The dynamics of an online CoP involving teachers and researchers: A study in the contexts of the project IPEC” Submetido, <i>Professional Development in Education</i>	Cap. II
3º eixo (Mestrado e Doutoramento)	Q2	Analisar as estratégias de ensino desenvolvidas pela CoP e verificar a sua coerência com indicadores da literatura em EC.	<ul style="list-style-type: none"> • Observação mediada pela plataforma de apoio; • Análise documental interna (mensagens e documentos anexos em fóruns, relatórios e publicações do G2); • Triangulação de dados; • Análise de conteúdo. 	“Communities of practice and science teaching strategies: a case study in the project IPEC” Aceite, <i>International Journal of Web Based Communities</i>	Cap. III
	Q3	Analisar a natureza inovadora das práticas desenvolvidas pela CoP e verificar a sua coerência com indicadores da literatura em EC.	<ul style="list-style-type: none"> • Observação mediada pela plataforma de apoio; • Análise documental interna (mensagens e documentos anexos em fóruns, relatórios e publicações do G2) • Análise de conteúdo. 	“Planning innovative teaching practices in a CoP: A case study in the context of the Project IPEC” <i>International Journal of Web Based Communities</i> , 7(4), 429-441, 2011	Cap. IV
	Q4	Analisar a operacionalização de princípios de DC pela CoP e verificar a sua coerência com indicadores da literatura em EC.	<ul style="list-style-type: none"> • Observação mediada pela plataforma de apoio; • Análise documental interna (mensagens e documentos anexos em fóruns, relatórios e publicações do G2); • Triangulação de dados • Análise de conteúdo. 	“DC numa CoP: princípios operacionalizados no âmbito do projeto IPEC” Em preparação para submissão	Cap. V

Conforme ilustra a tab. 2, o **primeiro eixo** foi desenvolvido no âmbito do trabalho de Mestrado e visou a seleção de um grupo de trabalho do IPEC que se pudesse perspetivar como uma CoP *online*. Os procedimentos que este eixo investigativo abrangeu foram descritos na secção 1.1.

O **segundo eixo** compreendeu a análise das dinâmicas de interação do grupo selecionado, o G2. Desta forma, a análise do primeiro ano de trabalho do grupo, realizada no âmbito do trabalho de Mestrado, encontra-se agora atualizada (sintetizando contributos de diversos autores, a saber, Howell, 2007; Gongla & Rizzuto, 2001; Grossman *et al.*, 2000; McDermott, 2000; Wenger, 1998; Wenger *et al.*, 2002) e ampliada, de forma a incluir interação na plataforma de apoio durante os dois anos de desenvolvimento, implementação e avaliação do módulo curricular desenvolvido pelo G2.

A análise acima referida foi realizada através de observação mediada pela plataforma de apoio e análise documental interna das mensagens e documentos anexos publicados nos fóruns por membros do G2. Destaca-se que a análise de documentos produzidos pela CoP, apesar da subjetividade que pode acarretar, pode constituir-se como uma fonte de evidências que de outra forma não seriam capturadas (Berg, 2001). Recorreu-se também a uma análise estatística descritiva para analisar os níveis de acesso e de publicação em fóruns pelos membros do G2. Por fim, efetuou-se uma análise descritiva (Yin, 2009) com base num esquema de análise emergente de uma síntese de literatura relativa ao ciclo de vida de CoP, como referido acima. Uma versão preliminar deste trabalho, referente ao primeiro ano de interações da CoP, foi apresentada no I Encontro Internacional TIC e Educação – ticEDUCA2010, em Novembro de 2010 (Marques, Loureiro, & Marques, 2010, ver apêndice 2), tendo esta sido selecionada pela comissão científica como uma das comunicações do encontro com maior qualidade. Subsequentemente, os autores foram convidados a publicar o artigo na Revista Educação, Formação & Tecnologias (Marques, Loureiro, & Marques, 2011a, ver apêndice 3). O segundo capítulo desta tese constitui a versão mais recente e atualizada (Marques, Loureiro, & Marques, submetido), incluindo os dois anos de interação da CoP e considerando o *feedback* recebido durante do processo de submissão para uma revista com revisão por pares, de distribuição internacional.

Por fim, o **terceiro eixo** focou o estudo das práticas letivas do G2 relativamente a três vertentes. No que diz respeito às estratégias de ensino, a análise realizada aquando do Mestrado (Marques, 2008; Marques, Loureiro, & Marques, 2009, ver apêndice 4) foi atualizada com base na síntese de estudos de referência da literatura internacional, em particular meta-análises que identificam e/ou caracterizam estratégias com comprovado

impacto na aprendizagem dos alunos (Furtak *et al.*, 2012; Marzano, Gaddy, & Dean, 2000; Schroeder *et al.*, 2007; Wise, 1996; Wise & Okey, 1983) e nos dados empíricos referentes aos dois anos de desenvolvimento do módulo curricular do grupo. Através de observação mediada pela plataforma de apoio, análise documental interna das mensagens publicadas em fóruns e análise de conteúdo (Bardin, 1991) dos documentos anexos (última versão dos materiais curriculares), relatórios e publicações do G2, efetuou-se uma triangulação de dados (Given, 2008) sobre as estratégias desenvolvidas pelo G2. O terceiro capítulo desta tese constitui o relatório do trabalho desenvolvido no estudo desta unidade de análise (Marques *et al.*, aceite), o qual foi aceite para publicação no “International Journal of Web Based Communities”.

Realça-se que as técnicas e instrumentos de recolha de dados e análise de resultados acima referidas foram retomadas nos restantes estudos das unidades de análise delineadas na introdução, embora explorando esquemas adaptados ao enfoque particular de cada uma, como se documenta seguidamente.

Inteiramente desenvolvido no âmbito do trabalho de Doutoramento foi o estudo do carácter inovador das práticas desenvolvidas, recorrendo a descritores de práticas inovadoras em EC elaborados com base no trabalho desenvolvido por Jaskyte (2009) e Cachapuz e colegas (2002). O estudo que deu origem à publicação “Planning innovative teaching practices in a CoP: A case study in the context of the Project IPEC” constitui o capítulo quatro deste documento.

Por fim, realizou-se a análise da operacionalização de princípios de desenvolvimento curricular, identificados a partir da consulta de literatura internacional (nomeadamente, Anderson & Rogan, 2011; Gaspar & Roldão, 2007; Kelly, 2009; Pacheco, 2005). Com base nessa revisão, efetuou-se uma proposta de um instrumento de análise qualitativo, que foi aceite para apresentação no 3º Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa, a realizar em Badajoz, em Julho de 2014 (ver apêndice 5). O referido instrumento foi usado para a análise de conteúdo deste estudo (Marques *et al.*, em preparação), o qual constitui o quinto capítulo da tese. Este documento será submetido para uma publicação internacional com revisão por pares.

Destaca-se que se procurou desenvolver uma investigação de **qualidade**, através do cumprimento dos critérios reconhecidos por Yin (2009) para estudos de caso exploratórios: validade do constructo, validade externa e fiabilidade. Para maximizar o primeiro critério, procurou-se: *i*) utilizar múltiplas fontes de evidência, facto que se verifica ao ter sido recolhida informação em diversas fontes (relatórios de reflexão final das professoras do G2 do IPEC, mensagens publicadas nos fóruns de interação do G2 e

CoP *online*: contributos para a prática letiva

documentos anexos a esses fóruns, incluindo as publicações do G2; ver anexos 1 a 3); *ii*) estabelecer uma cadeia de evidências, relacionando-se cada questão investigativa com os dados recolhidos (como se pode constatar na tab. 2) e estes, por sua vez, com as conclusões; e *iii*) ao utilizar informantes chave na revisão de versões iniciais dos relatos relativos à investigação realizada - os próprios membros do grupo (professoras relativamente à análise das estratégias desenvolvidas e os investigadores relativamente a todas as unidades de análise). Com o intuito de aumentar a validade externa, recorreu-se à realização de uma revisão de literatura prévia a todas as vertentes da análise efetuada (Yin, 2009), a qual constituiu um enquadramento organizacional da investigação (Berg, 2001). A fiabilidade ou replicabilidade do estudo, tal como recomendado por Yin (2009) e Berg (2001), foi aumentada através da conceção do protocolo do estudo de caso (apêndice 6) e da construção de uma base de dados (anexos), incluindo os dados empíricos analisados durante o trabalho de Doutoramento.

1.4. Síntese da estrutura deste documento e fundamentação da opção de tese por artigos

Encontrando-se o presente documento organizado sob o formato tese-por-artigos, à exceção dos capítulos introdutório e da conclusão, cada um dos restantes quatro capítulos constitui um artigo publicado, ou submetido para revisão por pares, numa publicação científica internacional de elevada reputação, apresentados na secção anterior. Deste modo, nesta secção apresenta-se sumariamente a organização desta tese.

Nesta **introdução** procurou-se contextualizar o estudo, a sua finalidade e a sua problemática, assim como clarificar sucintamente os conceitos fundamentais. Apresentam-se ainda os pressupostos assumidos, as questões de investigação e opções metodológicas relativas a cada eixo investigativo.

Considera-se que a **compilação de artigos** apresentada neste documento constitui um conjunto coerente e relevante para a área científica do doutoramento visado. Deste modo, os estudos que constituem a investigação empreendida visam, como referido, a análise aprofundada de quatro unidades de um mesmo caso, a prática e as interações de uma CoP *online* de professoras e investigadores em contexto de EC. Consequentemente, o artigo que constitui o segundo capítulo ocupa-se da caracterização da intervenção de DPP que o envolvimento no G2 do IPEC constituiu para as professoras. Esta análise

aprofundada do processo de interação entre os membros do G2 permitiu propor recomendações relativamente a modos de potenciar a emergência de contributos para as práticas letivas em Ciências. O terceiro eixo investigativo centrou-se na identificação dos referidos contributos, através da análise de três vertentes distintas, porém relacionadas entre si, que foram as estratégias de ensino desenvolvidas (terceiro capítulo), o seu eventual carácter inovador (quarto capítulo) e a operacionalização de princípios de DC coerentes com a literatura da especialidade (quinto capítulo). Apesar de se reconhecer que se adotou uma sequência talvez invulgar em termos de relação abrangência/especificidade no eixo investigativo que se ocupa das práticas letivas, a decisão de apresentar o artigo de cariz mais específico em primeiro lugar prende-se com o facto de se ter iniciado a exploração desta vertente no trabalho de Mestrado, tendo-se a autora interessado em aprofundar o seu conhecimento ao nível do enquadramento teórico desta área. Segue-se o artigo que analisa o carácter inovador das práticas desenvolvidas e do relativo ao DC, os quais incluem enquadramentos teóricos mais abrangentes, desenvolvidos apenas durante o trabalho de Doutoramento.

Destaca-se que o conjunto de artigos apresentado não apresenta alteração de conteúdo relativamente à publicação original/documentos submetidos ou em preparação para publicação. Desta forma justifica-se a opção bilingue desta tese, dada a valorização da identidade de cada artigo, redigido na língua aceite por cada publicação de distribuição internacional selecionada. Apenas se efetuaram alterações ao nível da paginação, formatação, localização e numeração de tabelas, figuras ou gráficos, assim como de títulos de subsecções, por uma questão de consistência do documento.

O **último capítulo** ocupa-se da reflexão global sobre a investigação realizada, procurando fazer emergir os contributos para a área estudada e recomendações, no que respeita a intervenções de DPP e a investigações futuras.

Destaca-se que a redação dos capítulos da introdução, da operacionalização de princípios de DC e conclusão do presente documento respeitou o novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa e dos restantes capítulos regeu-se pelas normas ortográficas da Língua Inglesa do Reino Unido, exceto nas citações, de forma a respeitar o texto original citado. Adicionalmente, as referências bibliográficas seguiram, o mais aproximadamente possível, o formato pré-estabelecido pelo programa EndNote X1 para as Ciências Sociais, em concordância com as normas da American Psychological Association (APA5th), exceto quando as normas de submissão de artigos das publicações selecionadas detinham outras exigências a este nível.

Por fim, justifica-se a **opção de tese por artigos**. Em primeiro lugar, este é um formato de organização de relatório de trabalho de Doutoramento reconhecido não só internacionalmente, e.g. por Paltridge (2002) e Gustavii (2012), como também nacionalmente, dado estar previsto no Regulamento de Estudos da Universidade de Aveiro (ver artigos 63º e 64º). Considera-se esta opção vantajosa pelo facto de fomentar a divulgação da investigação realizada, potencializando o aumento do seu impacto. Acresce o facto de envolver um processo de mediação e de revisão do trabalho investigativo por investigadores da comunidade internacional, aumentando o rigor na clarificação de finalidades, enquadramentos teóricos, procedimentos metodológicos e na articulação das evidências empíricas com as inferências efetuadas, pelo que, consequentemente, promove o rigor científico e a qualidade do trabalho investigativo. Por último, a identificação de oportunidades de publicação constitui ainda um estímulo para uma produção de qualidade, porém respeitando prazos, e.g. visando a publicação em edições especiais de periódicos.

Apesar das vantagens acima referidas, identificam-se também limitações inerentes a esta opção, nomeadamente a redundância do documento final, em particular, no que diz respeito à clarificação de problemáticas, à caracterização do contexto da investigação empreendida e a diversas referências bibliográficas. Assume-se ainda o facto de não estarem ainda publicadas todas as propostas de artigos apresentadas. Esta foi uma opção consciente e mediante a ponderação dos benefícios vs. riscos inerentes à mesma, dado o Regulamento de Estudos da Universidade de Aveiro referir especificamente no seu artigo 64º que esta modalidade alternativa de tese deve ser constituída por um conjunto de trabalhos científicos já publicados. Contudo, e mediante a extrema relevância da divulgação científica no seio da comunidade de investigadores internacional, os prolongados tempos de publicação em periódicos reconhecidos internacionalmente, assim como o facto de ser prática corrente a aceitação para provas de Doutoramento compilações de artigos em condições semelhantes a esta na área da Biologia na Universidade de Aveiro (e.g. Alves, 2013; Pérez, 2013; Vidal, 2013), considerou-se que os fatores a favor desta opção ultrapassavam os riscos associados à mesma.

Finalmente, indica-se o **contributo pessoal da autora** nas publicações que constituem o corpo da tese. Desde o início do processo investigativo, a autora discutiu possibilidades relativamente a enquadramentos teóricos, opções metodológicas e instrumentos de análise com os seus orientadores, que desempenharam um papel de supervisão do trabalho em curso. Todas as opções enquadradoras (tanto teóricas como metodológicas) consideradas foram analisadas criticamente e procurando-se consenso

quanto ao curso que a investigação deveria seguir. Os orientadores efetuaram ainda a validação interna da análise dos resultados, dado o seu envolvimento direto no IPEC, assim como revisão de textos de divulgação do trabalho investigativo.

Referências Bibliográficas

- Abell, S. K., Lannin, J. K., Marra, R. M., Ehlert, M. W., Cole, J. S., Lee, M. H., *et al.* (2007). Multi-site evaluation of science and mathematics teacher professional development programs: the project profile approach. *Studies in Educational Evaluation*, 33, 135-158.
- Aceto, S., Dondi, C. & Marzotto, P. (2010). *Pedagogical Innovation in New Learning Communities - An In-depth Study of Twelve Online Learning Communities*. Luxembourg: Publications Office of the European Union
- Adams, R. (2003). *Perceptions of innovations: exploring and developing innovation classification*. Unpublished PhD, Cranfield University, Cranfield.
- Adey, P. (2006). A model for the professional development of teachers of thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 1, 49-56.
- Alves, J. A. S. (2013). Ecological assessment of the red deer population in the Lousã Mountain. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro: Aveiro, Disponível em <http://ria.ua.pt/handle/10773/11369>
- Anderson, T. R., & Rogan, J. M. (2011). Bridging the educational research-teaching practice gap: Curriculum development, Part 1: Components of the curriculum and influences on the process of curriculum design. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 39(1), 68–76.
- Aubusson, P. (2002). An ecology of science education. *International Journal of Science Education*, 24(1), 27-46.
- Avalos, B. (2011). Teacher professional development in Teaching and Teacher Education over ten years. *Teaching and Teacher Education*, 27, 10-20.
- Barab, S. A., Barnett, M., & Squire, K. (2002). Developing an empirical account of a community of practice: characterizing the essential tensions. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(4).
- Bartholomew, S. S., & Sandholtz, J. H. (2009). Competing views of teaching in a school–university partnership. *Teaching and Teacher Education*, 25, 155-165.
- Berg, B. L. (2001). *Qualitative research methods for the social sciences* (4th ed.). Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1992). *Qualitative research for education. An introduction to theory and methods*. Boston: Allyn and Bacon.
- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33, 3–15.
- Broekkamp, H., & Hout-Wolters, B. v. (2007). The gap between educational research and practice: A literature review, symposium, and questionnaire. *Educational Research and Evaluation*, 13(3), 203 - 220
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Chavis, D. M. (s.d.). Sense of community index [Electronic Version]. *Association for the study and development of community*, from <http://www.capablecommunity.com/pubs/SCIndex.PDF>

- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education, 18*, 947-967.
- Costa, N., Marques, L., & Graça, B. (2003). *Bridging the gap between science education research and practices: a study based on academic opinions*. Paper presented at the International Conference Teaching and Learning on Higher Education: New Trends and Innovation, Aveiro, Portugal.
- De Pro Bueno, A. (1999). Planificación de unidades didácticas por los profesores: Análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza De Las Ciencias, 17*(3), 411-429.
- Dede, C., Ketelhut, D. J., Whitehouse, P., Breit, L., & McCloskey, E. M. (2009). A Research Agenda for Online Teacher Professional Development. *Journal of Teacher Education, 60*(8), 8-19.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research, 82*(3), 300-329.
- Fusco, J., Gehlbach, H., & Schlager, M. (2000). Assessing the impact of a large-scale online teacher professional development community. *Proceedings of the 11th International Conference of the Society for Information Technology and Teacher Education*
- Gaspar, I., & Roldão, M. C. (2007). *Elementos de desenvolvimento curricular*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Given, L. M. (Ed.) (2008) *The SAGE encyclopedia of qualitative research methods (Vols. 1 & 2)*. California, USA: SAGE Publications, Inc.
- Gongla, P., & Rizzuto, C. R. (2001). Evolving communities of practice: IBM Global Services experience [Electronic Version]. *International Business Machines*, from <http://www.research.ibm.com/journal/sj/404/gongla.pdf>
- Goos, M. (2008). *Critique and transformation in researcher-teacher relationships in mathematics education*. Paper presented at the International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) Symposium Rome 2008. Retrieved 09/09/2008, from <http://www.unige.ch/math/EnsMath/Rome2008/WG3/Papers/GOOS.pdf>
- Grossman, P., Wineburg, S., Woolworth, S., & Washington, U. (2000). What Makes Teacher Community Different from a Gathering of Teachers? (pp. 64): Center for the Study of Teaching and Policy - University of Washington.
- Guskey, T., & Sparks, D. (2002). *Linking professional development to improvements in student learning*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association.
- Gustavii, B. (2012). *How to Prepare a Scientific Doctoral Dissertation Based on Research Articles*. New York, USA: Cambridge University Press.
- Hargreaves, D. H. (1999). The knowledge-creating school. *British Journal of Educational Studies, 47*(2), 122-144.
- Howell, J. D. (2007). *Online communities of practice and their role in the professional development of teachers*. Unpublished PhD Thesis, Queensland University of Technology, Brisbane.
- Huizen, P. v., Oers, B. v., & Wubbels, T. (2005). A Vygotskian perspective on teacher education. *Journal of Curriculum Studies, 37*(3), 267-290.
- Hus, V., & Grmek, M. I. (2011). Didactic strategies in early science teaching. *Educational Studies, 37*(2), 159-169.
- Jaskyte, K., Taylor, H. and Smariga, R. (2009). Student and Faculty Perceptions of Innovative Teaching. *Creativity Research Journal, 21*(1), 111-116.
- Justi, R., & Driel, J. v. (2006). The use of the Interconnected Model of Teacher Professional Growth for understanding the development of science teachers' knowledge on models and modelling. *Teaching and Teacher Education, 22*, 437-450.

- Kärkkäinen, K. (2012). Bringing About Curriculum Innovations: Implicit Approaches in the OECD Area [Electronic Version]. *OECD Education Working Papers*, from <http://dx.doi.org/10.1787/5k95qw8xzl8s-en>
- Kelly, A. V. (2009). *The curriculum: Theory and practice* (6th ed.). London: SAGE.
- Kennedy, A. (2005). Models of Continuing Professional Development: a framework for analysis *Journal of In-service Education*, 31(2), 235-250.
- Lai, K. W., Pratt, K., Anderson, M., & Stigter, J. (2006). *Literature Review and Synthesis: Online Communities of Practice*. Retrieved 01/06/2008, from <http://educationcounts.edcentre.govt.nz/publications/downloads/lrs-online-com.pdf>
- Lapadat, J. (2002). Written Interaction: A Key Component in Online Learning, *Journal of Computer-Mediated Communication*.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: University Press.
- Leite, T. (2010). *Planeamento e concepção da acção de ensinar* (Vol. 2). Aveiro Universidade de Aveiro.
- Lieberman, A., & Mace, D. P. (2010). Making Practice Public: Teacher Learning in the 21st Century. *Journal of Teacher Education*, 61(1-2), 77 –88.
- Loureiro, A., Vaz, C., Rodrigues, M.R., Antunes, P. e Loureiro, M.J. (2009). *Factores críticos de sucesso em comunidades de prática de professores online* Paper presented at the VI Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, Challenges 2009.
- Loureiro, M. J., Marques, L., Marques, M. M., Guerra, C., Oliveira, T., Chagas, I., et al. (2008). *Investigação e Práticas lectivas em Educação em Ciência: Dinâmicas de interacção*. Paper presented at the Actas do Colóquio "Da investigação à prática: Interações e debates" (CD-ROM), Aveiro.
- Marques, L., Loureiro, M. J., Praia, J. F., Lopes, C., Marques, M. M., Pinho, S., et al. (2008). *Descrição detalhada das actividades efectuadas no decurso do projecto IPEC*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Marques, M. M. (2008). *Gestão curricular intencional numa comunidade de prática online: Um estudo de caso envolvendo professores de ciências*. Dissertação de Mestrado não publicada, Universidade de Aveiro: Aveiro, Disponível em <http://hdl.handle.net/10773/1022>.
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (2009). *Gestão curricular intencional numa comunidade de professores e investigadores*. Actas do VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Disponível em: <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3053-3058.pdf>
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (2010). *Dinâmicas de interacção numa comunidade de prática online envolvendo professores e investigadores: um estudo no âmbito do projecto IPEC*. Actas do Encontro ticEDUCA2010 - I Encontro Internacional TIC e Educação.
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (2011a). Dinâmicas de interacção numa comunidade de prática *online* envolvendo professores e investigadores: um estudo no âmbito do projecto IPEC. *Revista Educação, Formação & Tecnologias*, n.º extra, Abril de 2011, 37-46.
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (2011b). Planning innovative teaching practices in a community of practice: a case study in the contexts of the Project IPEC. *International Journal of Web Based Communities*, 7(4), 429-441.
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (2011c). Communities of practice and science teaching strategies: a case study in the project IPEC. *International Journal of Web Based Communities*.

CoP *online*: contributos para a prática letiva

- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (submetido). The dynamics of an online community of practice involving teachers and researchers: A study in the contexts of the project IPEC. *Professional Development in Education*.
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (em preparação). Desenvolvimento curricular numa comunidade de prática: princípios operacionalizados no âmbito do projeto IPEC
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., Marques, L., & Lopes, C. (2008). *Utilização de tecnologias de comunicação online: Caso de um projecto envolvendo investigadores e professores*. Actas da Conferência IADIS Ibero-Americana, WWW/Internet 2008.
- Marzano, R. J., Gaddy, B. B., & Dean, C. (2000). *What Works In Classroom Instruction*. Aurora, CO: Mid-continent Research for Education and Learning.
- McDermott, R. (2000). Community development as a natural step. *Knowledge Management Review*, 3(5), 16-19.
- McMillan, D. W., & Chavis, D. M. (1986). Sense of community: A definition and theory. *American Journal of Community Psychology*, 14(1)
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal Of Research In Science Teaching*, 47(4), 474–496.
- Pacheco, J. A. (2005). *Estudos Curriculares: para a Compreensão Crítica da Educação*. Porto: Porto Editora.
- Paltridge, B. (2002). Thesis and dissertation writing: an examination of published advice and actual practice. *English for Specific Purposes*, 21(2), 125–143.
- Pérez, R. J. (2013). *Toxicidade de químicos em mistura: o caso da albufeira do Alqueva*. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro: Aveiro, Disponível em <http://ria.ua.pt/handle/10773/12076>
- Ratcliffe, M., Bartholomew, H., Hames, V., Hind, A., Leach, J., Millar, R., *et al.* (2005). Evidence-based practice in science education: the researcher–user interface. *Research Papers in Education*, 20(2), 169–186.
- Roldão, M. C. (1999). *Gestão curricular: Fundamentos e práticas*. Lisboa: Ministério da Educação - Departamento da Educação Básica.
- Schlager, M., Fusco, J., & Schank, P. (2002). Evolution of an on-line education community of practice. In *Building virtual communities: Learning and change in cyberspace* (pp. 129-158). New York: Cambridge University Press.
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T.-Y., & Lee, Y.-H. (2007). A Meta-Analysis of National Research: Effects of Teaching Strategies on Student Achievement in Science in the United States. *Journal Of Research In Science Teaching*, 44(10), 1436–1460.
- Thomas, G., Wineburg, S., Grossman, P., Myhre, O., & Woolworth, S. (1998). In the company of colleagues: An interim report on the development of a community of teachers learners. *Teaching and Teacher Education*, 14(1), 21-32.
- Vescio, V., Ross, D., & Adams, A. (2008). A review of research on the impact of professional learning communities on teaching practices and student learning. *Teaching & Teacher Education*, 24(1), 80-91.
- Vidal, T. D. S. (2013). *Avaliação ecológica do efeito combinado de contaminantes ambientais*. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro: Aveiro, Disponível em <http://ria.ua.pt/handle/10773/11748>
- Vieira, R. M., & Vieira, C. T. (2005). *Estratégias de ensino/aprendizagem: o questionamento promotor do pensamento crítico*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Webster-Wright, A. (2009). Reframing Professional Development Through Understanding Authentic Professional Learning. *Review of Educational Research*, 79(2), 702–739.

- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wenger, E., McDermott, R., & Snyder, W. M. (2002). *Cultivating communities of practice: a guide to managing knowledge*. Boston: Harvard Business School Press.
- Wise, K. C. (1996). Strategies for teaching science: What works? *Clearing House*, 69(6), 337-338.
- Wise, K. C., & Okey, J. R. (1983). A meta-analysis of the effects of various science teaching strategies on achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 419-435.
- Witterholt, M., Goedhart, M., Suhre, C., & Streun, A. (2012). The Interconnected Model of Professional Growth as a means to assess the development of a mathematics teacher. *Teaching and Teacher Education*, 28(5), 661–674.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: design and methods* (4th ed. Vol. 5). California: Sage Publications.

**CAPÍTULO II: THE DYNAMICS OF AN ONLINE COMMUNITY OF
PRACTICE INVOLVING TEACHERS AND RESEARCHERS**
A STUDY IN THE CONTEXTS OF THE PROJECT IPEC

Margarida Marques, Maria João Loureiro, & Luís Marques
(submetido)
Professional Development in Education.

**CAPÍTULO II: THE DYNAMICS OF AN ONLINE COMMUNITY OF PRACTICE
INVOLVING TEACHERS AND RESEARCHERS - A STUDY IN THE CONTEXTS OF
THE PROJECT IPEC**

Margarida Marques¹

marg.marq@ua.pt

Maria João Loureiro¹

mjoao@ua.pt

Luís Marques¹

luis@ua.pt

¹ Centro de Investigação Didática e Tecnologia educativa, Universidade de Aveiro, Portugal

In the literature communities of practice (CoP) are recognised as having potential to promote teachers' professional development (TPD). However, the study of the dynamics of CoP involving teachers and researchers, and their impact on TPD, is still scarce. Contributing to fill this gap, this paper presents a single case study of the dynamics of a Portuguese online CoP, created during a research project, the IPEC. The messages posted by the group's members in online forums (the most used communication tool) and descriptive statistics of use of the project's platform are presented and discussed. The analysis shows a variation in members' participation over two school-years. The group's dynamics fits an adaptation of Wenger and colleagues' model of CoP's stages of development. Finally, this analysis allowed to present suggestions concerning teachers' involvement in CoP and their professional development.

Keywords: online communities of practice, professional development, science teacher education, partnership, case study

2.1. Introduction

Teachers' knowledge and practices are acknowledged in the literature as one of the most powerful influences on students' achievement (Guskey & Sparks, 2002; Hattie & Anderman, 2013). The dynamic nature of modern societies leads to a continuous need of new knowledge and skills to help today's students learn effectively. Therefore, effective teacher training and professional development (PD) are extremely relevant and there is an increasing international interest in this area (Bacigalupo & Cachia, 2011; Barab *et al.*, 2001; Borko, 2004; Clarke & Hollingsworth, 2002; Dede *et al.*, 2009; Guskey & Sparks, 2002; Triggs & John, 2004). Kennedy (2005) identifies nine key models of PD with

different capacity for supporting professional autonomy and transformative practice. She recognised both community of practice (CoP) and action-research as models with transformative potential. The first model has a dual potential to either uncritically perpetuating current practice or acting as a site of innovation (Kennedy, 2005).

The CoP concept was proposed by Lave and Wenger (1991) referring to communities where members participated sharing views about what they do and about what it means to their lives. They proposed legitimate peripheral participation as a learning process in a CoP, through which newcomers are initiated in a practice and evolve towards full participation. Later Wenger (1998) carried out the in-depth theoretical development of CoP and proposed a social theory of learning. He located learning in the relationship between the person and the world, in a process of identity development and social structure production. Others authors, such as Johnson (2001), shared the vision of CoP as a social configuration focusing on shared action.

Action-research 'clearly has significant capacity for transformative practice and professional autonomy' (Kennedy, 2005, p. 246). It is considered a powerful tool for practice improvement and knowledge development, at a local level (e.g., schools), because: *i*) it responds to the teachers' concerns, hence it is of greater relevance to them; *ii*) it is carried out by those who are directly involved in the studied phenomenon, the teachers; and *iii*) it is a systematic, cyclical and collaborative process (Altrichter, Posch, & Somekh, 1993; Cohen, Manion, & Morrison, 2007; Kennedy, 2005). Altrichter and colleagues (1993) presented typical stages of action-research: *i*) finding a starting point for practice development and clarifying the situation (the problem); *ii*) developing and putting into practice action strategies, as well as monitoring their effects and side-effects; and *iii*) publicly presenting the knowledge developed, allowing critical discussion and, potentially, furthering improvement. As a collaborative process, action-research can improve practice through other people's critical feedback and has been referred as potentially having a greater impact on practice when located within CoP (Kennedy, 2005).

In a recent literature review, Avalos (2011) pointed out that diverse models of teachers' professional development (TPD) can have impact on teachers' practices, knowledge or beliefs and posit that its degree and sustainability are not yet known. Therefore, the dynamics of collaboration with positive impact to TPD should be studied and the emergent recommendations documented. In accordance, this study analyses the dynamics of a collaborative group established in the contexts of a Portuguese research project, the IPEC. The group, named group 2 (G2), showed characteristics of an online community of practice (CoP) (Marques, 2008) and developed innovative practices

(Marques, Loureiro, & Marques, 2011) that included a diversity of teaching strategies coherent with research recommendations in SE (Marques, Loureiro, & Marques, accepted). Moreover, their work had an impact on the teachers school's colleagues, as some of them co-implemented a curricular module developed by the CoP (Marques, Loureiro, & Marques, 2011). From these results, the authors claim that online CoPs involving teachers and researchers can promote TPD through changing and innovating teachers' practices, as predicted by Clarke and Hollingsworth (2009). In order to contribute to the field, the analysis of the group' dynamics was carried out taking into account the following research questions:

- 'What were the dynamics of interaction established in an online CoP of science teachers and researchers, created within the project IPEC?' and
- 'What recommendations to TPD emerge from the above referred analysis?'

As discussed in the second section of this contribute, 'dynamics of interaction' refers to the typical activities that can be observed in each phase of the community development.

The following sections will address: *i)* a brief literature review on the developmental stages of CoP; *ii)* the study methodology, as well as the characterisation of its context, the IPEC project, and of G2; *iii)* the analysis of the dynamics of G2; and *iv)* the summary of the insights of the study and suggestions concerning the sustainability of online CoP, involving teachers and researchers in SE.

2.2. CoPs' dynamics over time

This section briefly presents the literature review on CoPs life cycles, which was the base of the descriptive framework used in the data analysis of this study (see Methodology's section).

CoPs 'go through a natural cycle of birth, growth and death' (Wenger, McDermott, & Snyder, 2002, p. 68), being each one unique because there is not a succession of steps required, with a particular period or specific actions. Nevertheless, despite the diversity of development trajectories CoPs can follow, some typical stages can be characterised, although, their names and features are not consensual in the reviewed literature. In 1998, Wenger presented, but did not explain, some CoP's developmental stages in the organizational context: potential, coalescing, active, dispersed and memorable. The author argued that CoP's stages are 'characterized by different levels of interaction

among the members and different kinds of activities' (Wenger, 1998, p. 2). Later, McDermott (2000) also recognised different stages, planning, start-up, growth, sustain and close, based on his experience supporting CoP in organizations. He believed that the community needs to solve the tension in each stage before progressing to the following one.

After 18 months studying a community of teachers, Grossman and colleagues (2000) proposed a model of formation of a teacher community that has some similarities with the initial developmental stages proposed by the other authors, previously mentioned. They recognised the following dimensions: formation of the group's identity and norms of interaction; understanding difference/navigating fault lines; negotiating the essential tension (teacher learning versus student learning); and taking shared responsibility for the individuals' development.

Through the analysis of 60 business CoPs, Gongla and Rizzuto (2001) identified a pattern of CoP's development: potential, building, engaged, active and adaptive. These authors stated that their model did not align with the life cycle approach of CoP's formation and development, but with the idea that they 'transform themselves, becoming more capable at each stage, while at the same time maintaining a distinct, coherent identity throughout.', being a capability-oriented model (idem, p. 846). Nonetheless, the authors of this contribution believe that the proposal of Gongla and Rizzuto has similarities with Wenger and colleagues' (2002) model, such as *i)* the time of each stage can vary, *ii)* the trajectory of a CoP through the developmental stages does not have to be linear, *iii)* the evolution from one stage to another is gradual, thus a given CoP at a given time can have characteristics of more than one stage, and *iv)* a CoP can end at any time. The perspective of the evolution of a CoP based on the adding of capabilities seems to be a reductive one, as the community features cannot be lessened.

Through the revision of the stages of development proposed earlier, Wenger and colleagues (2002) identified and described the following developmental typical stages: potential, coalescing, maturing, stewardship and transformation. These authors recognised in each stage a tension between two opposing tendencies, being the solving of each tension what allows the progression to the next stage. This model is very similar to the earlier one from McDermott (2000).

In the context of online CoPs, Howell (2007) argued that their nature results in different standards of development, due to the influence of technology. She considers that online CoPs allow members to have longer periods of inactivity, still maintaining their membership (e.g., through email lists and newsletters), having the potential to avoid the

final stage of development. The stage indicators that Howell presents seem to fit the perspective of an individual member when he/she is involved in an online CoP.

The topic of CoP's stages of development is not frequent in the literature related to teachers' communities. When they appear, they are used in the theoretical framework (e.g., McDonald & Star, 2006) or to suggest future research, such as analysing 'Which of the determinants of success are more critical and applicable during each development stage of an online community's life span' (Hew, 2009, p. 444). Furthermore, models of CoP development, as the one proposed by Wenger and colleagues (2002), are not frequently used to analyse the evolution or the dynamics of teachers CoPs. In fact, this literature review did not reveal papers where that happened; only one study, by Barrett and colleagues (2009), identified those stages in one CoP of academics.

In summary, this review allowed to create a comparative synthesis of typical activities of the different stages of community development (see Appendix), which was the base to perform the data analysis.

2.3. Methodology

Given the issues addressed in this study and since similar studies were not identified, a qualitative, descriptive and exploratory single case study (Yin, 2009) was conducted. This option provided good conditions for the development of an analytical process that led to a deeper understanding of the studied case: the dynamics of interaction of the G2 of the IPEC project. The selection of this group was made taking into account that G2: *i*) was recognised as a CoP in a previous study; *ii*) interacted frequently through online communication tools, especially asynchronous, enabling higher reflectivity; and *iii*) collaborated during an extended period, about two school years (for further details see L. Marques *et al.*, 2008; Marques, 2008).

2.3.1. Study's context and participants

This section presents the context of this study, the project IPEC, which promoted a collaborative community from May 2006 to September 2008.

The researchers of the IPEC project had some previous experience working together. They invited teachers they knew from other contexts, from geographically dispersed schools, hence from different cities of the country, to get involved in the project. The participation in this project required that all teachers had access to an internet

connected computer either at home or at the school they taught in. The official launching of the community was the 'First IPEC Journeys' where there was a first face-to-face contact among all participants. In this event the project's online communication platform was presented and explored, to minimize eventual technological difficulties. This platform was created to facilitate communication with other participants in the project. The procedures of group formation and participation were also discussed.

Through online communication, four groups were formed (G1, G2, G3 and G4) which included researchers and science teachers, based on the identification with emerging problems from the teaching practices and negotiation of interests. Each group designed, implemented and evaluated curriculum modules related to sustainability, interacting through online communication technologies and in face-to-face meetings. One group, G2, interacted preferably through the online platform, facilitating the analysis of their dynamics. For further information on G2's use of online communication technologies and development of related skills see M. Marques and colleagues (2008).

G2 consisted of five teachers, referred in this paper as TA to TE (four specialists in 'biology and geology' and one in 'physics and chemistry'), and three researchers in SE, referred as R1, R2 and R3 (two male and one female). The teachers had a long teaching experience (11 to 21 years), most of them had a post-graduation in SE, and all of them used information and communication technologies (ICT), mainly word processor, Internet browser and e-mail. None of these teachers had experience using ICT in distance learning. Regarding the researchers, all had a PhD degree and more than 20 years of research experience. Two of them used ICT tools as the teachers did and one was an expert in educational technology, thus used ICT with several objectives, including teaching.

At the beginning of the project, the teachers were interviewed and most of them acknowledge having a content-based and teacher-centred teaching. They defined their teaching activities as expository, mainly due to pressures to comply with the national curriculum and to time constraints. Nevertheless, some have used inquiry strategies, as well as fieldwork, and have encouraged students' presentations. Additionally, the evaluation was primarily summative through the traditional written test.

We highlight that in the first four months of interaction of the IPEC project, interests were negotiated to form groups and in the last two each group synthesised its work to communicate in the final project encounter. Therefore, the observation period for the analysis of the dynamics of G2 excluded those two phases. For more information on this project and its development see L. Marques and colleagues (2008).

2.3.2. Data Collection

The criteria of selection of G2, above mentioned, also justify the data collection options for this research: documents analysis (Quivy & Campenhoudt, 1998) and observation (mediated by the project's online platform). Hence, to study the dynamics within this CoP, 625 messages and their attached documents (total of 148), posted in four forums of the G2 were collected. Moreover, the descriptive statistics of G2's use of the platform were collected as well. Other forums of the IPEC platform were also consulted, to collect useful information about G2's dynamics.

2.3.3. Data Analysis

A descriptive analysis (Yin, 2009) of G2's posts in forums and attached documents was developed. To decide which analysis framework should be used, several proposals of stages of development for CoP were summarized and compared (see Appendix). From this comparison the authors decided to base this study data analysis on Wenger and colleagues' (2002) framework, since it: *i*) is a reformulation of two of the models considered (Wenger 1998 and McDermott 2000), thus resulting from a reflexive analysis of those models; *ii*) was developed specifically for CoP and considers its entire life cycle, not only its initial stages (as Grossman *et al.* 2000's model), therefore, being more appropriate for this study; *iii*) approaches the CoP's development as a flexible life cycle, not as a capability adding model (as Gongla and Rizzuto 2001's model); and *iv*) presents the developmental stages considering the entire community, not only an individual member's perspective (as Howell 2007's model). However, the selected framework was not developed for online CoPs involving teachers and researchers, therefore, the authors complemented it with aspects predicted in the others models that were consistent with the data collected in this study, e.g., the platform exploration in the initial stage, as proposed by Howell (2007). Table 1 presents the used framework. The features that were not part of the Wenger and colleagues' (2002) CoP life cycle are highlighted in bold.

Stages of development	Some typical activities in CoPs involving teachers and researchers	Cycles of action-research
Potential	<p>Tension: balancing discovery and imagination. Teachers and/or researchers of a loose network find a potentially common interest in a domain: to promote student and teacher learning. Discovery of similar educational problems, the sharing of a passion and the possibility of professional development. Awareness of the value of the community. Negotiation of the educational topic (domain) and engaging issues, e.g., through the definition of a work plan. Identification with some members within the larger group, e.g., defining work groups. Exploration of the community's facilities (available or in development), e.g., an online platform with communication tools. Giving/receiving technical support, e.g., asking for orientation related to the use of an online communication tool.</p>	<p>Identification of problems that emerge from practices Reflection</p>
Coalescing	<p>Tension: balancing incubating community and delivering immediate value. Improvement of the community's relationships and trust, e.g., through face-to-face meetings. Official launch of the community through community events. Discussion of group's norms. Delivering immediate value by negotiating what knowledge is useful to be shared and how to share it, e.g., to share literature references on education, to share teaching experiences, to discuss educational concepts, etc. Development of deep knowledge on the individual practice of each other. Awareness that colleagues are resources for learning. Involvement in group's discussions. Giving/receiving technical support, e.g., asking for orientation related to the use of an online communication tool.</p>	<p>Reflection (cont.) Planning Implementation Evaluation</p>
Maturing	<p>Tension: balancing the focus on the progression of the domain and the expansion of the community's membership and perspectives. Focus on developing a comprehensive <i>corpus</i> of knowledge and on cutting edge issues within the CoP's domain (organise, classify and identify gaps in the developed work) – higher demands of time and commitment. Expansion of the community's membership and perspectives. Disruption of the community's interaction, intimacy and domain. Common regulation of group's behaviour. Commitment to colleagues' growth. Growth of the community, through cycles of high and low energy.</p>	<p>Evaluation (cont.) Reflection Planning Implementation Evaluation</p>
Stewardship	<p>Ownership of the developed knowledge and practice, e.g., presenting the developed work in public. Building relationships with other communities. Open-mindedness (through accepting and soliciting) to new ideas and members, to keep the relevance. Tension: balancing ownership and open-mindedness.</p>	<p>Evaluation (cont.) Reflection Public presentation of the results</p>
Transformation	<p>Returning to a previous stage, conversing into a social group, division into different communities, merging with others or end of the CoP.</p>	

Stages of development	Some typical activities in CoPs involving teachers and researchers	Cycles of action-research
	Tension: balancing the let go of the community (fade away through the loss of its members) and the live on (remembering the community through its legacy). Possibility of returning to the community's facilities to access the built knowledge.	

Table 1 – Framework of analysis of the stages of development of a CoP involving teachers and researchers in SE

2.3.5. Study limitations

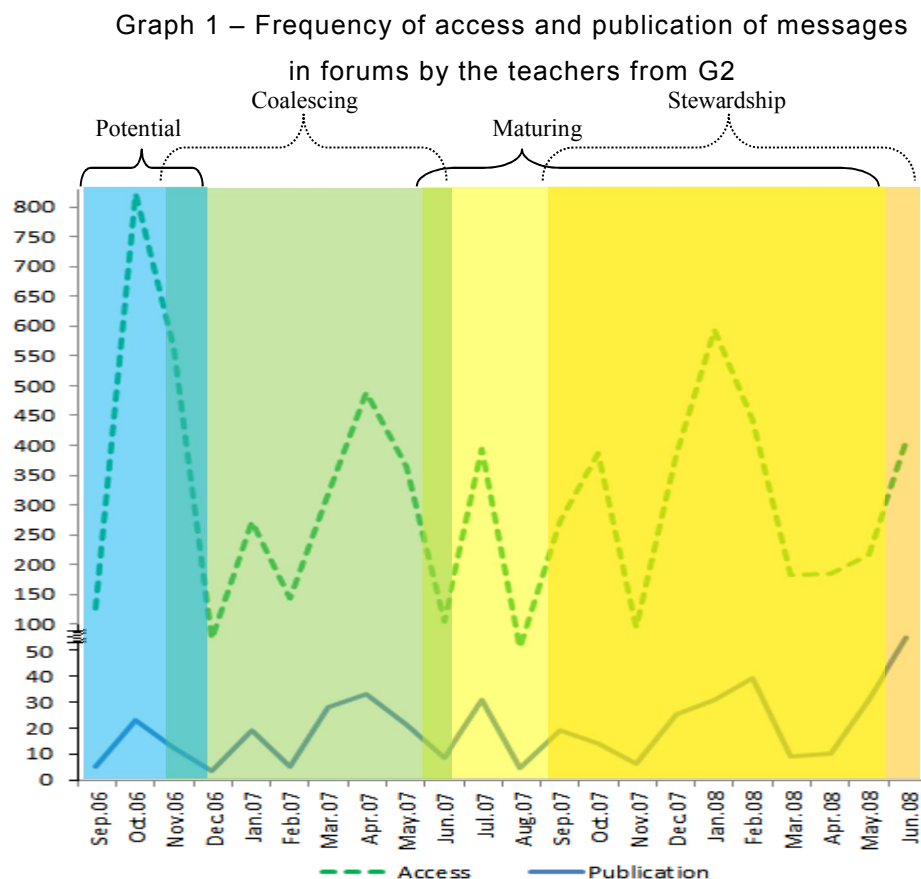
Being a case study of a single CoP of teachers and researchers, the results presented in this contribution are not generalizable *per se*, i.e. they can only be considered in the context of the development of this research or in articulation with other similar studies. Nevertheless, this was a deliberated option, since this area of study is still new. Other feature to consider is the subjectivity inherent to the interpretation of the data in this descriptive effort. The authors sought to minimize this limitation building a descriptive framework literature based (as recommended by Yin 2009). The process of its development was previously presented in this section.

The next section presents the analysis made by comparing the empirical data to the descriptive framework. This analysis was performed by the first author and revised by the remaining authors, who were researchers in the IPEC project.

2.4. Dynamics of G2

The analysis of the dynamics of G2 of the IPEC project is presented and discussed in this section. First, a graph with the frequency of access and publication of messages in the online forums of G2's teachers is presented and compared with the model proposed by Wenger and colleagues (2002). Following, the description of each stage of development identified in G2's data, taking into account the enriched model of CoP's stages of development presented in the Methodology (see table 1). This includes some citations from the data collected, to support the analysis' claims, and crossing with relevant research results from the literature. This analysis allowed the proposal of factors that seem to influence teachers' participation in online CoP. Finally, the process of G2's development of curricular modules is presented, and it is acknowledged that it aligns with action-research cycles.

To build a visual and comparable reference of G2's dynamics, Graph 1 was prepared, based on the total frequency of use of the online platform (access to and posting of messages in forums) by the teachers of that group, from September 2006 to June 2008 (almost a two years observation period).



The authors recognise that the attempt to measure members' participation through the above mentioned frequencies is restrictive because members' activities were not limited to publishing and reading posts in online forums. It included readings of literature and curricular documents, planning, construction of curricular materials, and so on, which is not a visible form of participation in the online platform. Therefore, the fact that the obtained graph, based on the data from G2, does not align totally with the theoretical model proposed by Wenger and his colleagues (2002) is not surprising. However, it can be an indicator of activity, as members can publish their ideas e.g. about a concept analysed in the literature. This lack of alignment can be also associated with the fact that

teachers' work is usually organised around the school year¹. Nevertheless, Graph 1 is an empirical-based indicator that G2 experienced periods of high and low participation, which seems to be typical of CoPs, and it is also an argument in favour of the claim that each CoP has its own process of development (Wenger *et al.*, 2002).

The data analysis allowed recognising that G2 consisted of a CoP that, during the period of observation, experienced the following overlapping stages of development: potential, coalescing, maturing and stewardship.

The **POTENTIAL** stage is characterized by the discovery of a common area of interest by people of a loose network. In the IPEC's case it started with the researchers conceiving the project, to promote the articulation between science teaching practices and research, and thus student and teacher learning. Subsequently, they invited science teachers to be part of the project. IPEC's groups were formed through higher identification with some members and negotiation of interests, as described in the previous section and illustrated by the following citation:

'We think [TB and TE] it would be interesting to work at the level of sustainability with students of the 10th year.' (Forum: Creation of the groups; Date: 2006/09/25; Author: TB).

During the first months there was a great exploration of the platform, shown by the high frequency of access to messages, in a similar way of what is predicted in Howell's model (2007). The need of requesting technological support still emerged, despite the exploration of several aspects of the online platform during the First IPEC Journeys:

'I cannot access the chat. I follow the suggested procedure, which is to install the plug in Java, and nothing happens' (Forum: Creation of the groups; Date: 2006/10/01; Author: TB).

The group also started to define its topic of interest and to negotiate its work plan, which included common objectives, the teaching skills to be developed, the topics to explore, the timing, and the evaluation of the G2's work:

'We have to define the group's work plan, according to the suggestions given to us by R2' (Forum: G2's work plan; Date: 2006/10/23; Author: TA); *'With your contributions I have tried to organise our work plan (...). Theme: Educate for Sustainability in the context of Science-Technology-Society-Environment (...). Objectives and competencies to develop: (...). Develop a dynamic of interaction, via the platform, which contributes to*

¹ Note that, in Portugal, the end of a term is marked by a workload increase as the teachers prepare for assessment meetings, frequently scheduled on top of their usual timetable. Therefore, they are expected to organise the data collected during the term and write several reports.

the personal and professional development of the participants (...)

(Forum: G2's work plan; Date: 2006/11/26; Author: TE).

The authors consider that the definition of the group's work plan was a way of discovering similar educational concerns and the possibility of professional development, which allowed the group members to imagine the possible value of the involvement in the project (McDermott, 2000; Wenger *et al.*, 2002):

'Another area that could be deepened, in my opinion, is the Science-Technology-Society (STS) Perspective in science teaching, because it can help us to clarify aspects such as: What are the major goals of science teaching in a STS perspective? (...)' (Forum: G2's work plan; Date: 2006/11/26; Author: TE).

This negotiation of common interests and discover of value in the involvement in the community seems to be in line with reported development of this type of communities in the reviewed literature (Gongla & Rizzuto, 2001; Grossman *et al.*, 2000; Wenger *et al.*, 2002).

During November and December of 2006, G2 showed characteristics of both the potential and **COALESCING** stages because, although they were still planning what they would do, its members sought to deliver immediate value (McDermott, 2000; Wenger *et al.*, 2002) through sharing and discussing teaching experiences, discussing educational concepts, literature references and thoughts about it, ...

'I'm thinking about addressing this problem with different strategies, depending on the level of education (...) I would like to discuss other ideas' (Forum: G2's work plan; Date: 2006/11/16; Author: TA);
'objectives and competencies (...) the two concepts appear related without, however, clarifying the meaning of them and what is the relationship between them.' (Forum: G2's work plan; Date: 2006/11/27; Author: TD).

There were not found in G2's forums many evidences related to promoting the community's relationship and trust or the group's norms, as proposed by McDermott (2000), Grossman and colleagues (2000), Gongla and Rizzuto (2001), Wenger and colleagues (2002) and Howell (2007). Possibly, this G2's feature is due to the fact that *i*) the First IPEC Journeys partially aimed to address those aspects; and *ii*) each member of the group already knew at least one of the other members. However, some of these elements were present in other forums:

'We think that groups 2, 3 and 4 are ready to begin using their group work tools. You can create your own discussion forums, (...). The link in the "participants" sidebar has personal information of the members of each group (...). Also, TD (2006/10/17) agrees that it is nicer if you have an idea of the person on the other side of the computer. And you, what do you think? ☺' (Forum: Groups creation; Date: 2006/10/18; Author: Technical Research Fellow).

The end of 2006 and the beginning of 2007 were marked by a decrease of the online participation, so to invert this tendency G2 organised a face-to-face meeting in February. The low online interaction, according to the teachers, was due to the lack of clarity of the objectives of the work to be developed. This fact is consistent with other studies, which state that very broad discussion topics do not incite participation (Barab *et al.*, 2001) and revealed low participation when there is 'lack of a clear understanding about the goals of the community' (Karagiorgi & Lymbouridou, 2009, p. 128). During the referred meeting three issues were discussed: the selection of the module content ('Sustainable exploitation of geological resources'), the rationale of the outdoor learning activities as the main strategy and the definition of the context of the first implementation: a TC's year 11 class of 'Biology and Geology'. Consequently, face-to-face sessions stimulated the online interaction in G2. Other studies (e.g. Baran & Cagiltay, 2010) used regular face-to-face sessions to address the problems and concerns of participants. They also recognised that this type of meetings can support the development of robust relationships.

The Easter holidays' period and the beginning of the third term were marked by intensive online participation, given the proximity of the implementation of the curriculum module by TC (in May). Hence, the specificity of the upcoming common task generated higher community activity, as suggested in the study of Karagiorgi and Lymbouridou (2009). In sum, through online interactions and face-to-face meetings, G2 **planned** a fieldtrip activity in a quarry and created several curricular documents (students' guide, planning document, evaluation questionnaire, etc.). Their work included literature reviews, discussion of key concepts, visiting the quarry previously to the enactment of the curricular module, co-constructing documents, and asking for the collaboration of a specialist on the subject:

'After the phase of reading and researching information (...) I present some proposals to the issues presented by TA (...)' (Forum: G2's work plan; Date: 2007/03/10; Author: TB); *'We need to begin defining the*

competencies students should develop with the module we are planning. So here are some suggestions.' (Forum: G2's work plan; Date: 2007/03/06; Author: TC); *'I disagree that the assessment of competencies can only be evaluated in a long-term perspective, even in the area in which you will work.'* (Forum: G2's work plan; Date: 2007/03/15; Author: R2); *'Resulting from the work session (...) on February, 10th of 2007, a fieldtrip [of the G2 to the quarry Quinta do Moinho] was arranged (...) for the preparation of the materials to use during this project.'* (Minute of the fieldtrip of 2007/04/02; Author: TD); *'TA, you can find in attachment an attempt of a first version [of the student's guide] (...) Think how your proposal can be articulated with this (...) I have sent the proposal to TB, so she can present her suggestions regarding the chemistry.'* (Forum: G2's work plan; Date: 2007/04/12; Author: TE); *'The main purpose of the meeting was to examine the questions of the fieldtrip guide (...)'* (Minute of the meeting of 2007/04/17; Author: TC).

Thus, G2 has designed a curriculum module centred on the fieldwork in a quarry that was based on guidelines from the literature, particularly regarding Outdoor Learning Environments - OLE (Marques & Praia, 2009) and Science-Technology-Society (STS) (Membiela, 1997).

During the **implementation** of the module in May 2007, G2 sought to define its **evaluation and assessment** (regarding the teaching and some learning outcomes). This was conducted through a questionnaire administered to students and other means:

'What do you think of TC's students answering a small questionnaire to evaluate the activity's contribution to their learning, at the end of the implementation [of the module]...? (Maybe the results of this questionnaire can help us to reformulate, or not, the activity)' (Forum: G2's work plan; Date: 2007/05/20; Author: TA); *'At the end [of the curricular module], we analysed how the activities occurred. I asked [the students] to voice their opinions about the positive and negative aspects of the fieldtrip, and about aspects to be improved. I asked them to compare the working methods used in this activity to the ones used in a fieldtrip held previously'* (Forum: G2's work plan; Date: 2007/06/02; Author: TC).

The results of this evaluation promoted a **reflection** on the developed work (as advised by Altrichter *et al.*, 1993; Kennedy, 2005), to identify gaps and reformulate, which is characteristic of the **MATURING** stage of a CoP (Wenger *et al.*, 2002). During June, and especially July, there was an intensive online participation, as G2 acknowledged its difficulty in defining the educational objectives and competencies to be developed by students and, consequently, their assessment. This analysis allowed the definition of future activities of the community, as predicted in the models of Gongla and Rizzuto (2001), Wenger and colleagues (2002), and Howell (2007) E.g. G2 proposed a seminar on competencies' assessment – Second IPEC Journeys:

'[we] thought about what we could do in the near future, given the acknowledged weaknesses of our work. (...) [We will] strengthen the concept of competency (...), reflect on the competencies students can develop with the planned fieldtrip activities (...) We proposed a workshop on competencies' assessment (...) with experts on the subject.' (Forum: G2's work plan; Date: 2007/07/19; Author: R2).

Second year start was marked by readings and the renewal of the discussion about competencies and their assessment:

'I have seen in detail the document TA uploaded [into the platform] about the definition of the competencies to develop through the fieldtrip activity and thought about the documents I have read (...) So, here are my suggestions (...) Meanwhile, I have noticed that TD left here a lot of reflections about it and I will read them.' (Forum: Reflection about the pilot study; Date: 2007/09/09; Author: TC).

Despite the members' expectations, online participation after the competencies' seminar was poor (November 2007), reinforcing the idea that isolated training sessions are insufficient (Avalos, 2011):

'After Lisbon's conference, and to our surprise, there is an acute crisis of interaction (...) we propose a face-to-face meeting' (Forum: G2 in the year 07/08; Date: 2007/11/27; Author: R1); *'I think there are still some unclear ideas in our heads, despite the Second Journeys in Lisbon - one thing is to talk, another is to try to put on paper what we thought we had understood.'* (Forum: G2 in the year 07/08, Date: 2008/01/13; Author: TD).

G2 met again in December 2007 and restated the aim of adapting the module to new contexts of implementation and **reviewing the planning made**, to improve and

complete it, e.g., clarifying the underlying conceptual and pedagogical guidelines and the learning outcomes. This was the beginning of the second cycle of action-research (Altrichter *et al.*, 1993; Cohen *et al.*, 2007; Kennedy, 2005) for this community. This process allowed the preparation of the first dissemination of the ongoing work (Morgado *et al.*, 2008), and the definition of a task schedule. At that meeting the teachers also pointed some barriers to interaction, namely school workload, resulting in a lack of time to reflect and act (Karagiorgi and Lymbouridou, 2009, reported the same difficulty as well); the discouraging lack of involvement of other members; and the lack of confidence to intervene in the discussion forums. These are supported by the following extracts from the meeting's minute:

'TD said that one of the main difficulties she felt was the excessive workload in her school. (...) TA remarked that (...) [she] was very excited with the reflection on the theme (...) [and] gave her contribution (...). However, because there was no reply by other members, [she] became discouraged and stopped interacting. (...) TB replied that TA's interventions have a great level of depth and reflection, and she does not feel 'comfortable' to intervene in the discussion forum of the group.' (Minute of G2's meeting; Date: 2007/12/07; Author: Technical Research Fellow).

After this meeting there was a peak in online participation, giving continuity to the ongoing work:

'It seems important the demonstration of the fieldtrip's relevance as a strategy for geoscience teaching and learning. As I have worked a little on this subject, I prepared a text (...). Meanwhile, I will work on the planning' (Forum: G2 in the year 07/08; Date: 2008/01/03; Author: TC); *'About TC's text (...) the document (...) should be clear and succinct to increase its understanding/accessibility by other teachers'* (Forum: G2 in the year 07/08; Date: 2008/01/11; Author: R2); *'Yesterday afternoon we held G2's first visit to the quarry Feifil. (...) TB registered possible activities to be undertaken by students that enable linkages with Chemistry contents. All of us too, we took notes on potential activities to develop with students and which may enrich the fieldtrip guide'* (Forum: G2 in the year 07/08; Date: 2008/03/01; Author: TA).

In the third term of the second year the online participation also peaked, given the **implementation** of the module as well as its **evaluation and assessment**. During this period the forums had the highest level of publication:

'on the second of May we had a very productive G2 meeting, given that the interactions on the platform had fallen and a crucial moment in our group's project is approaching - the implementation of the educational materials' (Forum: G2 in the year 07/08; Date: 2008/05/05; Author: TA);
'I am here to tell you how the preparation and fieldtrip occurred' (Forum: G2 in the year 07/08; Date: 2008/05/26; Author: TE).

In a previous study (Marques, Loureiro, & Marques, 2011), it was found that G2's practices conducted to an innovative curriculum development and that some teachers who were teaching in the same schools of G2's teachers contributed to the reformulation of the module materials and implemented them. This was a non-official membership expansion, having the school colleagues of G2's teachers a peripheral participation (Lave & Wenger, 1991):

'My colleagues were very receptive and they are also available to implement (...) we will proceed with a first fieldtrip to see if the quarry we plan to visit meets the needed conditions for the implementation' (Forum: G2 in the year 07/08, Date: 2008/01/18; Author: TA); *'TE, two colleagues of mine and I went today to the quarry, as expected, to prepare our fieldtrip.'* (Forum: G2 in the year 07/08; Date: 2008/02/22; Author: TB); *'the two lessons of preparation of the fieldtrip will be taught jointly by the [class] Biology teacher and I'* (Forum: G2 in the year 07/08; Date: 2008/05/05; Author: TB).

The dissemination of G2's work indicates the progression to the **STEWARDSHIP** stage, being this kind of disclosure associated with a sense of ownership and pride on the developed work. This process started on September 2007, when G2's teachers initially contacted their school colleagues. Teachers reporting back to school's colleagues the experience of their involvement in a project had happened before in the InterActive community (Triggs & John, 2004). However, the implementation of curricular modules designed by a CoP by other teachers was not found in the literature.

To present their work to a broader audience, G2 presented and published a few articles in conference proceedings and other scientific/pedagogic meetings:

'G2's communication has been accepted for presentation in the XV Symposium on the Teaching of Geology' (Forum: G2 in the year 07/08,

Date: 2008/05/05; Author: TA); '*We are near the end of our project and we need to prepare some documents and reflections on how the main study occurred, which adjustments were made, what recommendations can be presented, and how students responded to the learning materials implemented*' (Forum: G2 in the year 07/08; Date: 2008/05/30; Author: TA).

Therefore, there was a **new reflection** on the curricular module to publicly present its results in scientific encounters and in the final meeting of the project. However, as the project did not preview/allow the official integration of new members, the tension between keeping ownership of the developed knowledge and openness to new ideas (McDermott, 2000) was not identified.

G2's members discovered different forms of participation. As studied before (Loureiro *et al.*, 2010), the leadership roles were assumed by TA (facilitator/mentor), TD (mentor/intellectual leader), R1 and R2 (facilitator/intellectual leader). Concerning the collaboration strategies, online interaction was mainly for information sharing; however, participants that played leadership roles achieved higher levels of collaboration (*idem*). This may be related to the fact that the discussion of ideas and the decision-making on the curriculum development seems to have occurred mainly in face-to-face sessions. On the other hand, the operationalization of those ideas seems to have happened mostly through online communication tools (whose interactions were used in the analysis of collaboration strategies). What motivated participants to prefer some type of activities in face-to-face sessions, instead of working exclusively in an online environment, which would even help to overcome geographical and time barriers, can be related to cultural aspects. However, this hypothesis needs to be explored in future research.

The analysis of G2's dynamics of interaction revealed a few tendencies regarding factors that may hinder or promote online participation in communities of teachers and researchers, namely in SE contexts. Potential hindering factors include the following:

- The proposal of broad or unclear topics for discussion, '*working the theme of sustainability (what do we understand by that?)*' (Forum: G2's work plan, Date: 2006/11//10; Author: R1); '*Another aspect that turned out not to be discussed or analysed was the notion of sustainability*' (Forum: G2's work plan, Date: 2007/04//22; Author: TD). As mentioned before, there is literature supporting this claim (Barab *et al.*, 2001; Karagiorgi & Lymbouridou, 2009).

- Some members' lack of confidence to intervene,
'she does not feel "comfortable" to intervene in the discussion forum of the group.' (Minute of G2's meeting; Date: 2007/12/07; Author: Technical Research Fellow).
- The increased volume of work in schools towards the end of school terms,
'The timing is bad to have time available, since the end of the first term is right here.' (Forum: G2's work plan, Date: 2006/11//30; Author: TD). Similar results were found by Pereira (2007) in a case study of a Portuguese online community of four teachers. Keown (2009) suggests there is an optimal time frame to use the CoP-style approach to TPD and recommends the following structure: **i)** six weeks at the end of one term, focusing on learning new ideas; **ii)** two-weeks in the school holiday break, giving flexibility for participants to either catch up or forge ahead; and **iii)** six weeks at the start of the next term, to apply the new ideas into practical activities which are trialled and reported back to the community.
- Periods of researchers' lower involvement,
'we need help and clarification from our researchers... Yes, we read and reread the documents uploaded to the platform... but the passing of their concepts into the document we are preparing is a stage loaded with big fears, big difficulties...' (Forum: G2 in the year 07/08, Date: 2007/10/28; Author: TA).

On the other hand, some factors seem to promote participation:

- The urgency to meet deadlines established within the CoP,
'is now officially arranged the visit of my school's students to the quarry Quinta do Moinho! (..) [Therefore] before that date we should be working on documents for the preparation of the fieldtrip' (Forum: G2 in the year 07/08, Date: 2008/01/02; Author: TD).
- The organization of face-to-face meetings,
'there is a sharp crisis of interaction. (...) we propose a face-to-face meeting' (Forum: G2 in the year 07/08, Date: 2007/11/27; Author: R1).
- The prompt to disseminate CoP's work to members' school colleagues and, specially, in scientific/pedagogic meetings,
'The communication of IPEC's G2 was accepted for presenting a communication in the XV Symposium of Teaching of Geology (...) We

now need to start preparing the presentation that we will do' (Forum: G2 in the year 07/08; Data: 2008/05/05; Author: TA).

The above presented factors are framed within this case study. Even in the two years of interaction of this community, there were significant differences in interaction, as shown by the Graphic 1. Finally, the authors highlight that the development of G2's curricular module was based in two cycles of action-research: reflection, planning, implementation and evaluation (see Figure 1). The starting point was the reflection to allow the identification of problems from the teaching practice by the teachers involved. However, during the development of curricular materials, new problems emerged, related to the assessment of learning. These led to unexpected collaborative processes, as the organization of the Second IPEC Journeys, which were highly valued by the teachers. Teachers' appreciation of links to external experts was reported before by Edwards (2012). This process promoted TPD and a linkage between research and practice (L. Marques *et al.*, 2008), which was disseminated outside the CoP. Therefore, the action-research process developed by G2 has similarities with the typical stages proposed by Altrichter and colleagues (1993).

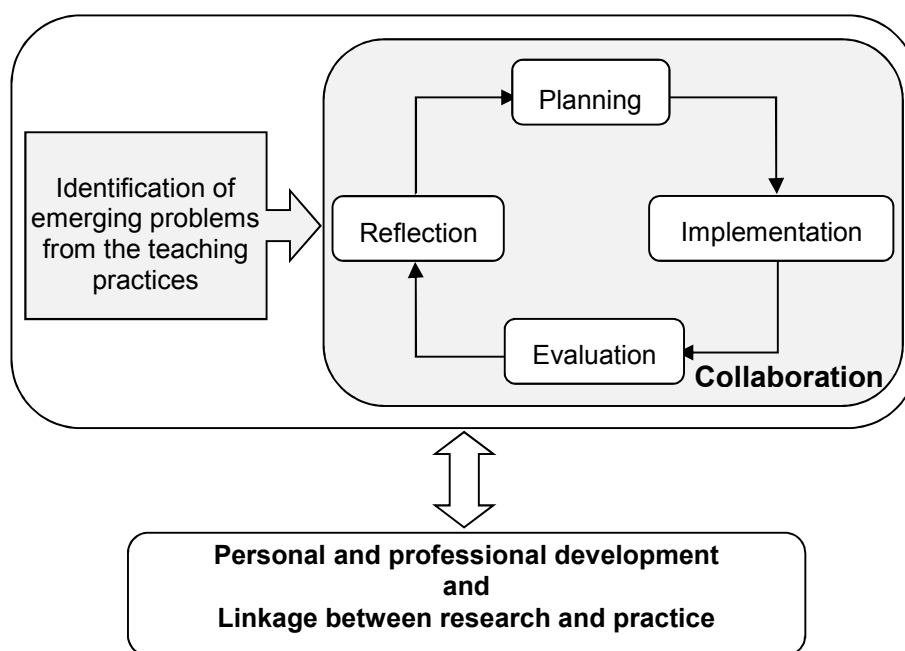


Figure 1 – Curricular modules' collaborative process of development, involving teachers and researchers of G2

2.5. Final comments

In this final section this study's insights are summarized and suggestions concerning online CoPs, involving teachers and researchers, are presented.

The analysis of G2's online activity showed that this CoP experienced the stages:

- Potential, from September to December 2006, i.e. from the beginning of the observation period to the definitive establishment of the work plan, when the discovering and imaging phase ceased;
- Coalescing, from November 2006 to June 2007, i.e. from the delivering of immediate value (e.g. sharing of teaching experiences) to the shifting of CoP's work to improving the developed curricular module;
- Maturing, from June 2007 to May 2008, i.e. from the evaluation of the module to its enactment;
- Stewardship, from September 2007 to September 2008, i.e. from the connection with other communities (e.g. other school teachers who adopted the module) to the final IPEC's seminar.

Therefore, G2's evolution fits an adaptation of Wenger and colleagues' (2002) model of CoPs' stages of development, being this type of analysis of teachers and researchers' interactions in this type of community uncommon. Two cycles of action-research (L. Marques *et al.*, 2008) originated an innovative curricular module (Marques, Loureiro, & Marques, 2011) that included a diversity of teaching strategies coherent with research recommendations (Marques, Loureiro, & Marques, accepted). The authors highlight that this sort of desirable results may be related with the teachers' profile; we remind that all had previous post-graduations, which may be an indicator of high involvement and interest in TPD. Other studies (e.g., Karagiorgi & Lymbouridou, 2009) also acknowledged that members' personal interest may be related with high participation in online TPD programs.

This study is a contribution to the teachers and researchers' online CoPs literature, since the analysis of the dynamics of G2 allowed the proposal of suggestions to enhance the positive aspects of being part of such a community; as:

- Negotiate and clearly define the objectives of the CoP, the assigned tasks and their timing, especially during the potential stage;
- Value teachers' contributions to increase their confidence in their ability to participate;
- Avoid deadlines for completing tasks coincident with the end of school terms, which seem to be periods that require greater involvement of teachers in schools;

- Whenever possible, negotiate tasks closely related to the work that teachers are currently undertaking in their schools, to increase the relevance of their participation in the CoP and diminish time constraints;

- Researchers should keep an active involvement presenting frequent requests, sharing experiences, and so on, to avoid the demotivation of teachers;

- Arrange face-to-face meetings when participation reaches low levels and hold online discussions related to the topics under analysis in these meetings;

- Propose the dissemination of the CoP's work outside its boundaries, promoting external recognition and teachers' confidence in their work, especially in the stewardship stage.

These suggestions should be seen as emerging from a case study, therefore they have the limitations naturally inherent to this methodology. Consequently, these recommendations should be submitted to further research, in wider and transversal contexts, to determinate their validity. Nevertheless, stakeholders of the development of online CoP involving teachers can consider these suggestions a part of a bigger picture (e.g. refer to the factors highlighted by Avalos 2011, Edwards 2012, or Karagiorgi & Lymbouridou 2009) to take into account when promoting such type of communities.

Finally, in line with the literature, this study contributed to the acknowledgement of teachers' CoPs as a potential effective way to achieve TPD (Lieberman & Mace, 2008) and the recommendation of the promotion of the collaboration between researchers and teachers (Bacigalupo & Cachia, 2011; Broekkamp & Hout-Wolters, 2007; Vanderlinde & Braak, 2010).

Acknowledgements

The authors acknowledge the engagement of the teachers involved in the IPEC project and the support of the Portuguese Foundation for Science and Technology, through the funding given to the Project IPEC (POCI/CED/58825/2004) and to the doctoral studies of the first author (SFRH/BD/36177/2007).

References

- Altrichter, H., Posch, P., & Somekh, B. (1993). *Teachers investigate their work: an introduction to the methods of action research*. London: Routledge.
- Avalos, B. (2011). Teacher professional development in Teaching and Teacher Education over ten years. *Teaching and Teacher Education*, 27, 10-20.

Cap. 2 - The dynamics of an online CoP involving teachers and researchers

- Bacigalupo, M., & Cachia, R. (2011). *Teacher Collaboration Networks in 2025 - What is the role of teacher networks for professional development in Europe?* Luxembourg: European Commission Joint Research Centre
- Barab, S. A., MaKinster, J. G., Moore, J. A., & Cunningham, D. J. (2001). Designing and Building an On-line Community: The Struggle to Support Sociability in the Inquiry Learning Forum. *Educational technology research and development, 49(4)*, 71-96.
- Baran, B., & Cagiltay, K. (2010). The Dynamics of Online Communities in the Activity Theory Framework. *Educational Technology & Society, 13(4)*, 155–166.
- Barrett, M. S., Ballantyne, J., Harrison, S., & Temmerman, N. (2009). On building a community of practice: re-reflective narratives of academic learning and growth. *Reflective Practice, 10(4)*, 403-416.
- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: mapping the terrain. *Educational Researcher, 33*, 3–15.
- Broekkamp, H., & Hout-Wolters, B. v. (2007). The gap between educational research and practice: A literature review, symposium, and questionnaire. *Educational Research and Evaluation, 13(3)*, 203 - 220.
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education, 18*, 947-967.
- Clarke, M., & Clarke, D. (2009). *Connecting Communities: Emerging communities of practice with schools and universities in partnership*. Paper presented at the Teacher education crossing borders: Cultures, contexts, communities and curriculum.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). Action research. In *Research methods in education* (6th edition ed., pp. 297-313). London: Routledge.
- Dede, C., Ketelhut, D. J., Whitehouse, P., Breit, L., & McCloskey, E. M. (2009). A Research Agenda for Online Teacher Professional Development. *Journal of Teacher Education, 60(8)*, 8-19.
- Edwards, F. (2012). Learning communities for curriculum change: key factors in an educational change process in New Zealand. *Professional Development in Education, 38(1)*, 25-47.
- Gongla, P., & Rizzuto, C. R. (2001). Evolving communities of practice: IBM Global Services experience [Electronic Version]. *International Business Machines*, from <http://www.research.ibm.com/journal/sj/404/gongla.pdf>
- Grossman, P., Wineburg, S., Woolworth, S., & Washington, U. (2000). What Makes Teacher Community Different from a Gathering of Teachers? (pp. 64): Center for the Study of Teaching and Policy - University of Washington.
- Guskey, T., & Sparks, D. (2002). *Linking professional development to improvements in student learning*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association.
- Hattie, J., & Anderman, E. M. (2013). *International Guide to Student Achievement*. New York: Routledge.
- Hew, K. F. (2009). Determinants of success for online communities: an analysis of three communities in terms of members' perceived professional development. *Behaviour & Information Technology, 28(5)*, 433–445.
- Howell, J. D. (2007). *Online communities of practice and their role in the professional development of teachers*. Unpublished PhD Thesis, Queensland University of Technology, Brisbane.
- Johnson, C. (2001). A survey of current research on online communities of practice. *Internet and Higher Education, 4*, 45-60.
- Karagiorgi, Y., & Lymbouridou, C. (2009). The story of an online teacher community in Cyprus. *Professional Development in Education, 35(1)*, 119-138.

CoP *online*: contributos para a prática letiva

- Kennedy, A. (2005). Models of Continuing Professional Development: a framework for analysis *Journal of In-service Education*, 31(2), 235-250.
- Keown, P. (2009). The tale of two virtual teacher professional development modules. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 18(4), 295–303.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: University Press.
- Lieberman, A., & Mace, D. H. P. (2008). Teacher Learning: the Key to Educational Reform. *Journal of Teacher Education*, 59(3), 226-234.
- Loureiro, M. J., Marques, M. M., Lopes, C., Pinho, S., & Marques, L. (2010). *Collaboration and social roles within an online community of practice: contributions from the project IPEC*. Paper presented at the IODL&ICEM 2010 Joint Conference and Media Days.
- Marques, L., & Praia, J. (2009). Educação em Ciência: actividades exteriores à sala de aula. *Terræ Didática* 5(1), 10-26, From <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>
- Marques, L., Loureiro, M. J., Praia, J. F., Lopes, C., Marques, M. M., Pinho, S., et al. (2008). *Descrição detalhada das actividades efectuadas no decurso do projecto IPEC*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Marques, M. M. (2008). *Gestão curricular intencional numa comunidade de prática online: Um estudo de caso envolvendo professores de ciências*. Unpublished Master Degree dissertation, Universidade de Aveiro, Aveiro, From <http://hdl.handle.net/10773/1022>.
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (2011). Planning innovative teaching practices in a community of practice: a case study in the contexts of the Project IPEC. *International Journal of Web Based Communities*, 7(4), 429-441.
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (accepted). Communities of practice and science teaching strategies: a case study in the project IPEC. *International Journal of Web Based Communities*.
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., Marques, L., & Lopes, C. (2008). *Utilização de tecnologias de comunicação online: Caso de um projecto envolvendo investigadores e professores*. Paper presented at the Conferência IADIS Ibero-Americana, WWW/Internet 2008.
- McDermott, R. (2000). Community development as a natural step. *Knowledge Management Review*, 3(5), 16-19.
- McDonald, J., & Star, C. (2006). *Designing the future of learning through a community of practice of teachers of first year courses at an Australian university*. Paper presented at the The First International LAMS Conference Designing the Future of Learning.
- Membiela, P. (1997). Una revision del movimiento ciencia-tecnologia-sociedade. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 51-57.
- Morgado, M., Rebelo, D., Marques, L., Loureiro, M. J., Fernandes, I., Tavares, A., et al. (2008). *Exploração Sustentada de Recursos Geológicos – Uma Abordagem Didáctica Interdisciplinar Desenvolvida em Contexto On-line*. Paper presented at the XV Simpósio sobre Enseñanza de la Geología, Universidade de Alcalá: Guadalajara.
- Pereira, M. (2007). *Co-construção de estratégias de ensino numa Comunidade de Prática online*. *Dissertação de Mestrado*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. V. (1998). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva.
- Triggs, P., & John, P. (2004). From transaction to transformation: information and communication technology, professional development and the formation of communities of practice. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20(6), 426-439.
- Vanderlinde, R., & Braak, J. v. (2010). The gap between educational research and practice: views of teachers, school leaders, intermediaries and researchers. *British Educational Research Journal*, 36(2), 299-316.

Cap. 2 - The dynamics of an online CoP involving teachers and researchers

- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wenger, E., McDermott, R., & Snyder, W. M. (2002). *Cultivating communities of practice: a guide to managing knowledge*. Boston: Harvard Business School Press.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: design and methods* (4th ed. Vol. 5). California: Sage Publications.

CAPÍTULO III: SCIENCE TEACHING STRATEGIES DEVELOPED
IN AN ONLINE COMMUNITY OF PRACTICE
A CASE STUDY

Margarida Marques, Maria João Loureiro, & Luís Marques
(aceite para publicação)
The International Journal of Web Based Communities.

CAPÍTULO III: SCIENCE TEACHING STRATEGIES DEVELOPED IN AN ONLINE COMMUNITY OF PRACTICE - A CASE STUDY

Margarida Marques¹

marg.marq@ua.pt

Maria João Loureiro¹

mjoao@ua.pt

Luís Marques¹

luis@ua.pt

¹ Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia educativa, Universidade de Aveiro, Portugal

Background: Communities of practice (CoP) have been presented in the literature as potential promoters of the improvement of teaching strategies. However, there is scarce empirical evidence of that impact, namely in science education. **Purpose:** This study aims to present empiric evidence supporting the potential of online CoPs, involving teachers and researchers, for the development of effective science teaching practices – considering the literature on science education (SE) regarding strategies that can effectively promote pupils' learning. **Sample, design and methods:** The authors conducted a single case study: a curricular module developed by a collaborative group of five teachers and three researchers, which formed a CoP under the Portuguese project IPEC¹. The CoP members interacted mainly through online communication tools; therefore, content analysis of the developed lesson plan, and associated teaching resources, was complemented with evidence from online interactions, as well as documents produced by the CoP as dissemination papers. **Results and conclusions:** The study showed that the CoP developed a field trip combining diversified teaching strategies, such as learning of contextualized phenomenon, small work group or questioning, referred in the reviewed literature as effective science teaching strategies. The results also point to the evolution of the teachers' practices during their participation in this CoP. Hence, it provides empirical evidence that supports that online CoP of teachers and researchers can promote the improvement of science teaching practices. It also gives a glimpse of possible factors that can contribute to that improvement, which require further empirical study.

Keywords: teaching strategies, science education, online community of practice, teachers' professional development

¹ The IPEC project 'Investigação e práticas lectivas em Educação em Ciência: Dinâmicas de interacção' was sponsored by the Portuguese Foundation for Science and Technology (POCI/CED/58825/2004).

3.1. Introduction

The teachers' practices seem to be one of the most powerful influences on students' achievement (Guskey & Sparks, 2002; Hattie & Anderman, 2013). Hence, the **identified problematic** is the need of teacher professional development (TPD) with positive impact on practices and, thus, the increasing interest of the international academic community (e.g., Avalos, 2011; Borko, 2004; Dede *et al.*, 2009; Holmes, 2013; Tytler *et al.*, 2011). One particular way of TPD, and consequently of promoting the quality of teaching practices, is the use of different social configurations involving teachers. This includes 'networks' (Bacigalupo & Cachia, 2011), 'communities of inquiry' (Holmes, 2013), 'professional learning communities' (Vescio, Ross, & Adams, 2008) and 'CoP'² (Santos, 2012). Accordingly to the literature, some features that seem to contribute to TPD are the fact that teachers' social configurations can *i)* reduce teachers isolation and promote their reflexivity, reasoning and self-confidence (Avalos, 2011; Holmes, 2013); *ii)* allow self-assessment of the teaching views and practices (Barab, MaKinster, & Scheckler, 2004); *iii)* promote the learning of theory and practice (*idem*); *iv)* enable the development of a work centred on the teachers' practices and needs (Dede *et al.*, 2009; Tytler *et al.*, 2011); *v)* enhance innovative and theoretically updated experiences (Schlager, Fusco, & Schank, 2002), and *vii)* be long-term experiences, which are more effective than short-term programmes of TPD (Avalos, 2011).

In the area of interest of this paper, some **studies of online CoPs involving science teachers** (e.g., Barab, MaKinster, & Scheckler, 2004; Cooper, Grover, & Simon, 2014; Fazio, 2009; Schlager, Fusco, & Schank, 2002; Vavasseur & MacGregor, 2008) were identified. However, the published research often focuses on the description of the creation/sustainability of the community and its advantages to TPD, without documenting the actual changes on teaching practices. Therefore, there seems to be a lack of empirical evidence of the impact of CoP on the practices of teachers, particularly when online communication tools are explored (Dede *et al.*, 2009; Lai *et al.*, 2006; Vescio, Ross, & Adams, 2008), in science education (SE) contexts and with collaboration between teachers and researchers (L. Marques *et al.*, 2008).

² The concept of CoP adopted in this contribution was explored before (Marques, Loureiro, & Marques, accepted) and can be summarized as follows: "A community of practice is a unique combination of three fundamental elements: a **domain** of knowledge, which defines a set of issues; a **community** of people who care about this domain; and the shared **practice** that they are developing to be effective in their domain." (Wenger, McDermott & Snyder, 2002, p.27, emphasis in original).

In previous studies, this paper's authors documented the innovative nature of the science teaching practices (Marques, Loureiro, & Marques, accepted; Marques, Loureiro, & Marques, 2011) developed by a group of teachers and researchers. They formed an online CoP (Marques, 2008) under a Portuguese research project, the IPEC¹. This project aimed to promote the collaboration between teachers and researchers in the context of SE, contributing to overcome the acknowledged gap between these two communities (Goos, 2008; Loureiro *et al.*, 2006; Sabelli & Dede, 2001; Vanderlinde & Braak, 2010).

In line with the above mentioned, **this study aims** to contribute to present empiric evidence supporting the potential of online CoPs, involving teachers and researchers, to improve teaching practices, in SE contexts. We focus on an observable part of science teaching practices, the teaching strategies, developed by a collaborative group of the project IPEC. Consequently, this study **research questions** are the following:

(1) 'What science teaching strategies were developed by an online CoP of teachers and researchers, created within the project IPEC?' and

(2) 'Are the teaching strategies developed consistent with the indicators of SE's literature, regarding teaching strategies that can effectively promote pupils' learning?'

Methodologically, this is a qualitative and exploratory single case study (Yin, 2009), being the case the science teaching strategies developed by an online CoP involving teachers and researchers in SE.

The following sections provide: *i)* a literature review aiming to supported the development of a framework for content analysis of science teaching strategies; *ii)* the description and justification of the methodological options of this study, and well as its context and participants; *iii)* a presentation of the studied CoP's teaching strategies and discussion of their consistency regarding SE literature indicators; and *iv)* final considerations concerning this study's contributions and limitations.

3.2. Teaching strategies in Science Education

This brief review of the literature focuses on one aspect of the science teaching practice that teachers' CoP might contribute to improve, i.e., the teaching strategies. Thus, we sought to *i)* clarify what do we mean by teaching strategy; *ii)* review meta-analysis of research on science teaching strategies with positive impact on student's learning; and *iii)* synthesise studies that also included teaching strategies that did not reveal such evidence, but which might contribute to the development of a data analysis' framework.

The classroom teaching practice of promoting students' learning can have several designations in the SE literature: 'teaching activity'³ (De Pro Bueno, 1999), 'activity' (Furtak *et al.*, 2012), 'didactic strategy' (Hus & Grmek, 2011), 'teaching strategy' (Minner, Levy, & Century, 2010; Schroeder *et al.*, 2007; Wise, 1996; Wise & Okey, 1983), and 'instructional strategy' (Marzano, Gaddy, & Dean, 2000; Taraban *et al.*, 2007; Tate, 2003), among others. We prefer the term '**teaching strategy**' as it seems to be used by several authors and also seems to imply the idea of purpose in what is done in the interaction student-teachers-learning resources. In this line of thought, in Portugal, e.g., Vieira and Vieira (2005, p. 16) define teaching strategy as a 'set of teacher or student actions, oriented to favour the development of certain aimed learning competences'⁴. Gaspar and Roldão (2007, p. 89) characterize it as an 'intentional action oriented towards a learning goal based in the learner and mediated by the action/interaction supplied by the teaching'⁵. Leite (2010, p. 24) presents it as a 'choice of a technique, a way of organising the pupils, activity or sequence of activities, a set of framed tasks (...) aiming a particular purpose and considering a specific population in a given context'⁶. Summing-up, a teaching strategy seems to require a clear expression of the aimed educational goal(s) and a detailed forethought of the process (which actions are performed by which protagonists?) and resources required to their(s) pursuit.

For more than three decades, research in SE has sought to distinguish different types of science teaching strategies (De Pro Bueno, 1999; Herbert *et al.*, 2003; Hus & Grmek, 2011; Tate, 2003; Vieira & Vieira, 2005) and conducted meta-analysis to identify and/or characterise those with greater positive impact on pupil's learning (Furtak *et al.*, 2012; Marzano, Gaddy, & Dean, 2000; Schroeder *et al.*, 2007; Wise, 1996; Wise & Okey, 1983). We agree with Marzano and colleagues (2000) and Schroeder and colleagues (2007) regarding the difficulties of defining a category system for teaching strategies. Actually, we found a **high dispersion of analysis frameworks**, especially when we consider the number and level of detail of the proposed categories. This makes it difficult to understand and compare different proposals. E.g., most studies focus on action categories, as the questioning of the students (De Pro Bueno, 1999; Herbert *et al.*, 2003; Schroeder *et al.*, 2007; Tate, 2003; Vieira & Vieira, 2005) or 'to generate and test

³ In the original: "actividad de enseñanza" (Bueno, 1999).

⁴ In the original: "conjunto de acções do professor ou do aluno orientadas para favorecer o desenvolvimento de determinadas competências de aprendizagem que se têm em vista" (Vieira & Vieira, 2005, p.16).

⁵ In the original: "acção intencional orientada para um objectivo de aprendizagem sedado no aprendiz, e mediado pela acção/interacção proporcionada pelo ensino" (Gaspar & Roldão, 2007, p.89).

⁶ In the original: "escolha de uma técnica, de uma forma de organização dos alunos, de uma actividade ou sequência de actividades, de um conjunto de tarefas enquadradas (...), com vista a uma determinada finalidade e tendo em conta uma população específica, num dado contexto" (Leite, 2010, p.24).

hypotheses' (Marzano, Gaddy, & Dean, 2000). However, Furtak and colleagues (2012) distinguish the cognitive dimension (which includes the procedural, epistemic, conceptual and social facets) from the guidance degree (teacher or student-led) of inquiry-based teaching. Other authors, as Hus and Grmek (2011), base their analysis on the type of lesson. The level of detail of characterization of the teaching strategies is also very variable. E.g., Vieira and Vieira (2005) propose a system of strategies so detailed that they even distinguish debate from discussion. Finally, Tate (2003) presents a set of teaching strategies which she claims to be effective, according to her analysis of research, but does not characterise them, focusing only on the arguments in favour of each type of strategy.

Despite the above-outlined dispersion, some **points of similarity** were found in different proposals of teaching strategies categories. E.g., the studies of Okey and Wise (1983), Wise (1996) and Schroeder and colleagues (2007) are an evolution of a system of categories of science teaching strategies with higher impact on students learning. They have been frequently cited in the literature throughout the years. For instance, Minner and colleagues (2010) reported obtaining similar results to those of Schroeder and colleagues. Additionally, all these studies advocate the adoption of inquiry teaching practices, particularly those promoting students' active thinking and deduction from data. Another intersection point of these studies is the fact that Johnson and colleagues (2012) built a protocol to identify components of effective science instruction partially based on Schroeder and colleagues' work. Furthermore, different systems of categories from different authors present some similar categories, such as the strategies involving questioning the class, named 'questioning' (Schroeder *et al.*, 2007), 'intentional questioning of the teacher' (Vieira & Vieira, 2005) or 'teacher's lecture, interacting with the class' (De Pro Bueno, 1999).

From the reviewed studies the **inquiry-based teaching** emerges as promoter of student's learning (Furtak *et al.*, 2012; Johnson *et al.*, 2012; Minner *et al.*, 2010; Schroeder *et al.*, 2007; Wise, 1996; Wise & Okey, 1983). Yet, there seems to exist no consensus regarding the inquiry-based components of SE. E.g., Minner and colleagues (2010) consider inquiry requires an investigation cycle that comprises generating questions, designing experiments, collecting data, drawing conclusions and communicating findings. On the other hand, Meyer and Avery (2010) focus on two problems that must be addressed in the inquiry-based teaching: the lack of contextual background of students entering the scientific investigation and the level of difficulty of the

challenge proposed. In this line, Furtak and colleagues (2012) reported too open tasks as hinderers of student's achievements.

Considering the above presented analysis, we produced a list of **teaching strategies with reported high positive impact on pupils' learning**. We took the effect-sizes presented in the studies of Marzano and colleagues (2000) and Schroeder and colleagues (2007) into account, being the first strategy the one with the greatest reported potential in promoting students' learning in SE:

- (1) enhanced context strategies (Johnson *et al.*, 2012; Schroeder *et al.*, 2007; Wise, 1996), which contextualizes the learning in real phenomena or in students' interests (Tate, 2003), considers the activation of their previous knowledge (Furtak *et al.*, 2012; Marzano, Gaddy, & Dean, 2000), and recommends conducting field trips (Tate, 2003);
- (2) collaborative or group work (Furtak *et al.*, 2012; Johnson *et al.*, 2012; Minner *et al.*, 2010; Schroeder *et al.*, 2007, among others);
- (3) non-linguistic representations (Marzano, Gaddy, & Dean, 2000), which may include drawing, writing, construction of graphic organizers, use of visuals and of movement (Tate, 2003), in other words, multimodal representations;
- (4) questioning strategies (Johnson *et al.*, 2012; Schroeder *et al.*, 2007; Vieira & Vieira, 2005);
- (5) laboratory inquiry strategies, in which students answer scientific research questions by analysing data (Johnson *et al.*, 2012; Schroeder *et al.*, 2007; Wise, 1996; Wise & Okey, 1983);
- (6) assessment strategies (Schroeder *et al.*, 2007), which include providing feedback (Furtak *et al.*, 2012; Marzano, Gaddy, & Dean, 2000);
- (7) manipulation strategies and instructional technology strategies (Schroeder *et al.*, 2007; Tate, 2003; Wise, 1996; Wise & Okey, 1983), which include practical engagement with science phenomena (Furtak *et al.*, 2012; Minner *et al.*, 2010); and
- (8) debate/discussion (De Pro Bueno, 1999; Furtak *et al.*, 2012; Tate, 2003; Vieira & Vieira, 2005), highlighting the relevance of the argumentation in learning (Meyer & Avery, 2010).

Briefly, the above presented literature review allowed us to establish a theoretical framework to guide the analysis of the data collected during this case study. This framework will be described and justified in the following section, as well as our methodological options.

3.3. Methodology

Regarding the research method, the lack of similar studies in the literature and the type of research questions presented in the Introduction section justify the option of an exploratory study (Yin, 2009). Also, the contemporary of the phenomenon, within a real-life context and with no researcher control over events contributes to justify the choice of a case study (*idem*). This allows a deeper understanding of the selected case: the science teaching strategies developed by a collaborative group of the project IPEC.

3.3.1. Study's context and participants

This section presents the context of this study, the project IPEC, which promoted a Portuguese community from May 2006 to September 2008. Its researchers, specialists in SE, had worked together previously and invited science teachers they knew from other contexts to get involved. Through negotiation of interests, IPEC's members formed four groups (G1 to G4) and collaboratively designed, implemented and evaluated curriculum modules related to sustainability. They interacted through an online platform and in face-to-face meetings. A group, G2, was selected based on the following criteria: it was a community; it interacted mainly through online asynchronous communication tools; it was recognised as a CoP. For further details on the selection process, see Marques (2008) and L. Marques and colleagues (2008). For further information on G2's use of the online platform and development of related skills, see M. Marques and colleagues (2008). Furthermore, the analysis of the dynamics that led to the development of the teaching strategies analysed in this contribution is presented in Marques, Loureiro and Marques (submitted).

Five teachers, referred in this paper as TA to TE (four specialists in 'biology and geology' and one in 'physics and chemistry'), and three researchers in SE (two male and one female) formed G2. The teachers had a long teaching experience (11 to 21 years), most with post-graduation in SE and all of them used information and communication technologies (ICT), mainly word processor, Internet browser and e-mail. None of them had experience using ICT in distance learning. All the researchers had a PhD degree and more than 20 years of research experience. Two used ICT tools as the teachers did and one was an expert in educational technology, therefore, used ICT with several objectives, including teaching.

At the beginning of the IPEC project, the involved teachers reported distinct perspectives of education, with a greater tendency for a transmissive teaching (focus on

instruction, with content and teacher-centred approaches). However, some stated they explored interdisciplinary and Science-Technology-Society approaches, as well as they conducted practical activities such as experimental work and field trips. For further details on the project IPEC and G2's work, see L. Marques and colleagues (2008) and Marques (2008).

3.3.2. Data Collection

The used data collection techniques were documentary data (Quivy & Campenhoudt, 1998) and observation (mediated by IPEC's platform). Data was collected from the final individual reports of G2's teachers, which included their reflections about the project, as well as their lesson plan and teaching resources developed. We also collected the records of the G2's interaction in an online platform that supported the project, hence, 625 messages and their attached documents (total of 148), posted in four group forums. Additionally, the minutes of the group's face-to-face meetings and documents of divulgation of their work outside their community (Fernandes *et al.*, 2009; Morgado *et al.*, 2008; Pinto *et al.*, 2009) were also consulted. The observation period was from September 2006 to June 2008, when G2 planned, enacted, assessed, reformulated and adapted, re-enacted and re-assessed their curricular module.

The data collected from several sources, as described above, was submitted to triangulation (Given, 2008). This was done in order to cross verify the information collected regarding G2's science teaching strategies and, hence, to increase the validity of findings. Additionally, nearly all G2's teachers reviewed the triangulated data to comment on it.

3.3.3. Data Analysis

The authors sought to minimize the subjectivity inherent to the interpretation of the data collected through the development of a data analysis framework and its use to perform content analysis (Bardin, 1991).

The analysis framework was drawn from literature and addresses the notion of teaching strategy adopted (based on Gaspar & Roldão, 2007; Leite, 2010; Vieira & Vieira, 2005). Thus, aligned with De Pro Bueno (1999), we sought the analysis framework to include three distinct dimensions of teaching strategies: specific actions, such as participating in a debate or manipulating instruments; the protagonist of those actions (teacher, students in small group or other option); and resources used during those actions (see tables 1, 2 and 3 in the next section).

The above referred framework was used to perform a content analysis (Bardin, 1991) of the triangulated data. Quantitative content analysis has been pointed in the literature as helpful in answering 'what' questions (Given, 2008), as in this study. During the coding process, the teaching strategies categories were not considered exclusive because some actions foreseen in the lesson plans could be included in more than one category. For example, the action 'The teacher shows the class a PowerPoint presentation with pictures that highlighted some of the characteristic features of the Quarry Feifil' (TA's report, p.3) was classified in both the 'Exposure' and 'Focus' categories, given the characteristics of the document to which the teacher refers to.

To increase the trustworthiness of this study (Given, 2008), content analysis was initially performed by the first author of this study and reviewed by the other authors. Discrepancies related with the inclusion in the categories were discussed and resolved by consensus. The tables 1, 2, and 3 (in the next section) represent the analysis framework and present the averages and respective standard deviation of the frequency of occurrence of each science teaching strategy developed by G2.

3.4 Presentation and discussion of results

This section briefly contextualizes the curricular module developed by G2 and presents the results of the content analysis on the teaching strategies. The significance of these results is discussed, related to the literature and, whenever possible, illustrated with evidence from the collected data.

The analysed CoP planned a **curricular module** under the Portuguese curricular topics: 'Sustained exploitation of geological resources', from the academic subject of 'Biology and Geology'; and 'From the atmosphere to the ocean: Solutions on Earth and to the Earth', from the academic subject of 'Physics and Chemistry'. These subjects and topics are part of the secondary course of 'Science and Technology', particularly of the year 11, which is usually attended by 16/17 year old students. In the 2006/07 school-year, G2 developed a curriculum integrated field trip (Marques & Praia, 2009; Orion, 2007) that included a visit to the Quarry Quinta do Moinho (located in Vila Nova de Gaia, Portugal), whose educational objectives were identified in Pinto and colleagues (2009). After the initial enactment (by TC) and evaluation, the module and curriculum materials were redesigned and an adaptation of these was done to fit a field trip to the Quarry Feifil (located in Viseu, Portugal). It is noteworthy the fieldwork was always carried out in a

quarry near the schools where the curricular module was enacted: 'The choice of these quarries as a learning context was due to (...) a close relationship with the schools where the teaching resources would be implemented' (Pinto *et al.*, 2009). Note also that the field trip was organised **following Orion's model** (2007), which provides three learning moments properly articulated: before the field trip, the actual field trip and after the field trip. Therefore, it requires a phase of preparation of the field trip, to reduce the novelty-space in its cognitive, geographic and psychological aspects. In other words, this is a phase of contextualization of the aimed learning. This is followed by a phase of students' interaction with the natural phenomena on the site of the field trip, through concrete activities. After performing these activities, follows a more abstract conceptual learning, back in the classroom.

Tables 1, 2 and 3, which follow, present the average (\bar{N}) and standard deviation (α) of the frequencies of the actions (teacher/students), their protagonists and resources in each field trip stage and in the curricular module. In each column, we underlined the highest value. Table 1 shows that before the field trip the more exploited **action** was 'Exposure', which is consistent with the need to contextualize the field trip and to reduce the novelty-space (Orion, 2007). The following quote exemplifies an action of this kind: 'PowerPoint presentation where the teacher presents: the purpose of the field trip, the route and the stopping points; ...' (TA's report, p.3). In the phases during and after the field trip the most frequent action was 'Manipulating instruments', as illustrated by the quote 'The working group that collected water [in the quarry] must perform its analysis [in the lab]' (TB's report, p.19). Considering the total of actions of the curricular module, the most frequent one remains the 'Exposure'. Many of these 'exposures' were carried out by groups of students, to share with their classmates and teacher(s) the results of their intra-group's debates and researches. As an example, we present the following quote, '... each working group presents to the Class their observations [during the field trip], their conclusions and the questions that still remain unanswered.' (TD's report, p.8).

Table 1 - Average (\bar{N}) and standard deviation (α) of the frequency of occurrence of teacher's (T) or student's (S) actions, in the triangulated lesson plans

Type of action	Description of the action	Before \bar{N} (α)	Field trip \bar{N} (α)	After \bar{N} (α)	Total \bar{N} (α)
Focus	The protagonist (T or S) defines and/or negotiates the learning objectives, orally or with the support of educational resources.	2,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	2,0 (0,0)
Planning	The protagonist (usually S) decides on and makes arrangements for the tasks to be performed, by whom, how and with what resources, orally or with the support of educational resources.	2,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	2,0 (0,0)
Exposure	The protagonist (T or S) presents ideas orally or with the support of educational resources, without major interventions of others and with a longer or shorter duration.	<u>6,5 (1,7)</u>	1,5 (0,6)	2,0 (0,0)	<u>10,0 (1,8)</u>
Questioning	The protagonist (T or S) raises questions orally or written, to be answered by S.	2,5 (1,3)	2,0 (0,0)	1,5 (0,6)	6,0 (1,6)
Debate	The protagonist (usually S), in interaction with other protagonists, analyses and orally exchanges ideas on a topic to reach a consensus.	4,5 (1,3)	0,3 (0,5)	0,5 (0,6)	5,3 (1,5)
Research and synthesis	The protagonist (usually S) collects information/data, processes it and synthesizes it, with the support of the needed educational resources.	2,0 (0,0)	1,0 (0,0)	1,8 (0,5)	4,8 (0,5)
Manipulating instruments	The protagonist (usually S) observes and interacts with laboratory or fieldwork instruments.	0,0 (0,0)	<u>3,3 (0,5)</u>	<u>2,5 (0,6)</u>	5,8 (1,0)

Table 1 also shows that the developed curricular module include other actions, as (by decreasing order of frequency): *i*) 'Questioning', which occurs in all three phases, promotes critical thinking (Vieira & Vieira, 2005), and has high impact on students learning (Johnson *et al.*, 2012; Schroeder *et al.*, 2007); *ii*) 'Manipulating instruments', which has been recognized as a strategy that positively affects pupils learning and is indicative of a practical educational process (e.g., Furtak *et al.*, 2012; Minner *et al.*, 2010; Schroeder *et al.*, 2007; Wise, 1996); *iii*) 'Debate' occurs in all three phases and promotes student's active involvement in his/her own learning (e.g., De Pro Bueno, 1999; Furtak *et al.*, 2012; Tate, 2003; Vieira & Vieira, 2005); *iv*) 'Research and synthesis' was present in all three phases and is also a recommended strategy in the literature (e.g., Johnson *et al.*, 2012;

Schroeder *et al.*, 2007; Wise, 1996; Wise & Okey, 1983); and **v)** ‘Focus’ and ‘Planning’, especially before the field trip, is recommended in the literature as well (e.g., Marzano, Gaddy, & Dean, 2000; Wise, 1996; Wise & Okey, 1983). It is noteworthy that, in this curricular module, each action/set of actions performed in small group was followed by a presentation to the class of their findings and/or concerns, with or without debate, with or without a teacher’s synthesis, which allowed sharing and negotiation of meanings, as recommended by De Pro Bueno (1999).

Table 2 shows the **protagonists** of the curricular module actions were (in decreasing order): **i)** students in small group; **ii)** teacher; **iii)** students and teacher sharing protagonism; and **iv)** individual student. Consequently, this curricular module is based on students’ collaborative work, given the large number of actions performed that way, as illustrated by the following quote:

‘The teacher organizes the class in four working groups and asks them to continue the discussion (...) the working groups present to the class the obtained conclusions. (...) The teacher suggests that all work groups perform a research activity on the Internet (...)’ (TE’s report, p.24).

As stated before, collaborative learning has been identified as one strategy with high positive impact on student’s learning (e.g., Furtak *et al.*, 2012; Johnson *et al.*, 2012; Marzano, Gaddy, & Dean, 2000; Schroeder *et al.*, 2007). The same table shows a higher frequency of students’ protagonism (in group or individual) comparing to the teacher’s. Therefore, this curricular module is characterised by the students’ active involvement in their learning, which is widely advocated by the literature (e.g., Herbert *et al.*, 2003; Minner *et al.*, 2010; Taraban *et al.*, 2007; Vieira & Vieira, 2005).

Table 2 - Average (\tilde{N}) and standard deviation (α) of the frequency of different protagonists, in the triangulated lesson plans

Protagonist of the action	Before \tilde{N} (α)	Field trip \tilde{N} (α)	After \tilde{N} (α)	Total \tilde{N} (α)
Teacher	4,3 (1,5)	0,5 (0,6)	1,0 (0,0)	5,8 (1,0)
Individual student	0,5 (0,6)	1,5 (1,0)	0,0 (0,0)	2,0 (1,4)
Students in small groups	8,8 (2,2)	2,3 (0,5)	4,0 (0,0)	15,1 (2,4)
Teacher and students in the Class - shared protagonism	3,0 (1,4)	0,3 (0,5)	0,5 (0,6)	3,8 (1,5)

Finally, table 3 shows several actions not associated with a clear statement of the needed **resources**, especially before the field trip. When they are explicit, the resources include: **i)** ‘Technology related with static text and image’, especially when such resources

are available (before and after the field trip) and were used to display teacher's (before the field trip) or work groups' (after the field trip) electronic presentations; *ii*) 'Laboratory and fieldwork material', particularly during and after the field trip, to collect and analyse water and rock samples, make photographic records, microscopic observations and measurement of noise levels; *iii*) 'Worksheet produced by the teacher or other material provided by the teacher', which included a fieldwork guide and legislation on quarries, and also, in TE's case, a document to guide the preparation of the field trip and to integrate it in a broader curriculum study context; and *iv*) 'Interactive technology', in the first and third phases, usually to make Internet researches or, in the case of TD, to use Google Earth to reduce the novelty-space. On the other hand, this table also shows the lack of use of the traditional blackboard and textbook, contrasting with results of other studies (De Pro Bueno, 1999; Herbert *et al.*, 2003). The overcoming of the teaching mainly supported by these traditional resources is a desirable outcome, which emerged from the analysed data.

Table 3 - Average (\bar{N}) and standard deviation (α) of the frequency of different resources, in the triangulated lesson plans

Resources to support the action	Before \bar{N} (α)	Field trip \bar{N} (α)	After \bar{N} (α)	Total \bar{N} (α)
The resources are not explicit	8,0 (5,5)	0,5 (0,6)	1,5 (0,6)	10,0 (5,2)
Worksheet produced by the teacher or other material provided by the teacher (for example, a newspaper article or legislation)	2,5 (0,6)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	4,5 (0,6)
Technology related with static text and image (for example, computer and datashow to display electronic non interactive presentations)	4,0 (1,4)	0,0 (0,0)	2,0 (0,0)	6,0 (1,4)
Interactive technology (for example, computer with Internet access and specific software)	1,3 (0,5)	0,0 (0,0)	1,0 (0,0)	2,3 (0,5)
Laboratory and fieldwork material (for example, geological map, rock samples, camera, microscope or test tubes)	0,0 (0,0)	3,3 (0,5)	2,5 (0,6)	5,8 (1,0)

With the exception of one teacher, the lesson plans in the teachers' final reports presented the **educational objectives** of the developed teaching strategies. However, it seems there was no consensus regarding this aspect. One of the teachers presented the following: *i*) general competences, e.g., 'Mobilising scientific, technological and cultural knowledge' (TA's report, p.25); *ii*) the elements to be taken into account during the assessment and their weigh, e.g., 'quality of the students' answers in the fieldwork guide - 10%' (*idem*, p.26); and *iii*) learning indicators, e.g., 'Relates magmatic rocks' characteristics with its genesis' (*ibid.*, p.27). Two other teachers presented: *i*) different

general competences, e.g., ‘Decision making’ (TB’s report, p.13, and TE’s report, p.23); *ii*) core competencies, e.g., ‘Communication’ (TB’s report, p.13, and TE’s report, p.23); and *iii*) evaluation criteria, e.g., ‘oral participation, organization of the collected information and use of scientific language (communication competences)’ (TB’s report, p.21, and TE’s report, p.29). The CoP’s members acknowledged that one of the biggest difficulties they encountered was the definition of educational objectives and, therefore, the assessment of student’s learning (Fernandes *et al.*, 2009).

Considering pupils’ **assessment**, although it is not explicit in the lesson plans, some items, such as ‘The Biology and Geology Teacher (BGT) questions students about key concepts of the processes related to magmatic rocks formation, taught in the previous programme unit, and about man’s use of geological resources’ (TB’s report, p.14), were recognised as having a diagnostic assessment nature. This is due to the fact that they allow the identification of the previous conceptual learning related to the topic. Although the given example is related to questioning, the analysis of the lesson plans suggests that all teachers used, implicitly, the debate for diagnostic evaluation purposes. This mobilization of previously acquired knowledge is related to the following categories that promote pupils’ learning: ‘enhanced context strategies’ (Schroeder *et al.*, 2007), ‘activating prior knowledge’ (Marzano, Gaddy, & Dean, 2000) and ‘conceptual facet’ of the cognitive dimension of inquiry (Furtak *et al.*, 2012). Nonetheless, other studies suggest the use of students’ prior knowledge does not seem to be common (Herbert *et al.*, 2003).

Regarding formative and summative assessment, we could not associate any strategy with neither. We admit that formative assessment could have been implicit in the curricular module, as suggested by the quote ‘Each work group presents to the Class their key findings obtained during the activities, seeking to answer the questions raised during the field trip’ (TD’s report, p.9). However, no empirical evidence was found related to a systematic and intentional assessment to support pupils learning. This aspect did not conform to one of the literature’s commendations: to give feedback regarding students’ performance during the process of teaching and learning (Furtak *et al.*, 2012; Marzano, Gaddy, & Dean, 2000; Schroeder *et al.*, 2007). Similarly, we can admit pupils’ answers in the field trip guides and their presentations could have been used for summative assessment, as suggested by the researchers:

‘Let’s not forget that it is also important to know what happened in terms of achieved learnings (...). It will be possible to analyse this aspect from the final test and pupil’s answers in the field trip guide as well.’ (Forum: G2’s work plan; Date: 2007/05/27; Author: R1).

However, as there is no reference to neither the test or the pupils' answers to the field trip guide, the data collected does not have evidence on the summative assessment made.

These difficulties in pupil assessment, here reported, are acknowledged by the group (Morgado *et al.*, 2008) and seem to be common in Portuguese educational contexts (Fernandes & Gaspar, 2014; Rosa, 2010).

Remarkably, G2 employed a strategy referred in the literature as having a high positive impact on student's learning (e.g., Johnson *et al.*, 2012; Marzano, Gaddy, & Dean, 2000; Tate, 2003), but which could not be included in one of this study's dimensions of analysis (action, protagonist and resources):

'Enhanced context strategies. Teachers relate learning to students' previous experiences or knowledge or engage students' interest through relating learning to the students'/school's environment or setting (e.g., using problem-based learning, taking field trips, using the schoolyard for lessons, encouraging reflection)' (Schroeder et al., 2007, p. 1446).

G2 also exploited **'Enhanced materials strategies** - Teachers modify instructional materials (e.g., rewriting or annotating text materials, tape recording directions, simplifying laboratory apparatus)' (*idem*, p. 1445), as they evaluated the process of development of the module itself, as well as students' perceptions about their learning of group work competencies. This evaluation aimed at the redesign of the curricular module, before the second implementation. This scenario contrasts with most results in the literature, since summative assessment seems to prevail in the teachers practices (Herbert *et al.*, 2003), focusing mainly on the learning products, rather than on the learning process itself (Fernandes & Gaspar, 2014; Lucas & Vasconcelos, 2005).

In summary, the curricular module developed IPEC's G2 promotes pupils' active role, in collaboration with peers in work groups or involving the whole class, being the learning process contextualized in real phenomena from the near environment, through a curriculum integrated field trip. In addition, the analysis performed revealed the curricular module includes a great diversity of teaching and learning strategies, one of the features highlighted by the CoP's members themselves (Pinto *et al.*, 2009). According to the literature, the combination of several different strategies promotes students' learning (e.g., Marzano, Gaddy, & Dean, 2000; Schroeder *et al.*, 2007; Tate, 2003; Vieira & Vieira, 2005), since it allows to address different learning needs and to develop a diversity of competencies. Hence, the results presented and discussed in this section revealed that this CoP applied research-based teaching strategies into the design of their curricular

module. This result is in line with studies of teacher communities reported in the literature (Roblin *et al.*, 2014) suggesting that the support provided by these communities promotes the link between research commendations and teaching practice.

Studies that do not involve the analysis of teaching practices during or following a specific TPD intervention reveal a different education reality (e.g. De Pro Bueno, 1999; Capps & Crawford, 2013; Herbert *et al.*, 2003; Johnson *et al.*, 2012). The De Pro Bueno (1999), during a study of the planning documents of twelve teachers, identified a high use of teacher exposure and some forms of pupils' individual work, essentially those recommended in textbooks. The duration of the same type of activity varied from teacher to teacher; yet, in some cases the teacher explained the topics and students listened to him/her during three consecutive lessons. The results of this study showed low levels of students' protagonism and some teacher distrust of group work. Herbert and colleagues (2003) also identified teacher-centred practices of exposure and/or based on the textbook. Johnson and colleagues (2012) stated teachers often choose to tackle the great diversity of the topics from the programme of study with low depth, which results in teacher-centred teaching and in fewer opportunities to inquiry. More recently, Capps and Crawford (2013) studied the state of-use of inquiry-based instruction and explicit instruction about nature of science highly motivated and well-qualified teachers. Their results showed that even teachers with this profile were failing to fully understand and enact research-based approaches, and thus the authors claimed the need to better support teachers in doing this.

3.5. Final considerations

This last section is a summing-up of this study's contribution to the literature about teaching strategies in SE, especially in regard to the impact online CoP involving teachers and researchers can have on them. Tendencies about the evolution of the teaching strategies of the teachers involved in IPEC's G2 are also presented. Some possible explanatory hypotheses of the obtained results are advanced, as well, which should be analysed in future research. At last, some limitations of this study are also pointed out.

The results from the content analysis show that this online CoP developed a curriculum integrated field trip (Orion, 2007) contextualized in the near environment of the schools where it was enacted (e.g., Furtak *et al.*, 2012; Johnson *et al.*, 2012; Marzano, Gaddy, & Dean, 2000; Schroeder *et al.*, 2007). As recommended in the literature (e.g.,

Schroeder *et al.*, 2007; Tate, 2003; Vieira & Vieira, 2005), the curricular module combines a diversity of strategies, being the most frequent: *i)* the exposure with or without the support of electronic presentations, by the teacher or students, during the first and the last phases of the field trip, respectively; *ii)* the questioning, during all phases of the field trip; *iii)* the manipulation of instruments by the students, in particular, material needed in the field and in the laboratory; *iv)* the debate of concepts, procedures, etc., in small groups or in the class; *v)* the research and synthesis of information from different sources (Internet and field); and *vi)* the focus on the aimed learning and the planning of the tasks to be performed during the field trip. The students' active role, in small groups, was the base of the developed module. The main resources mobilised were: *i)* new technologies of communication, e.g., to expose information and to reduce the novelty-space; *ii)* several laboratory and field instruments, e.g., to collect and analyse samples of water; and *iii)* the fieldwork guide, conceived by the CoP, as well as legislation about the exploitation of quarries. We remind that the application of research-based frameworks into the design of the curricular module is in line with studies reported in the literature (Roblin *et al.*, 2014). However, it seems that when there is not a specific TPD program involved in the research study, even teachers classified as highly-motivated and qualified struggle to enact teaching in line with the literature (Capps & Crawford, 2013).

Some aspects of the analysed practices were **not as promising** as those above-described because no evidence of a teaching and learning process with a continuous feedback on student learning was identified. This kind of issue seems to be common in teaching practices, according to the analysis of Rosa (2010) and Fernandes e Gaspar (2014). However, this CoP adopted a two cycles of development of the curricular module, which allowed its evaluation and improvement, as well as collecting the students' perceptions about their learning of work group competencies (L. Marques *et al.*, 2008; Marques, Loureiro, & Marques, submitted), a desirable but uncommon practice among teachers (Leite, 2010).

The results presented and discussed in the previous section are evidence of an evolution of the CoP's teaching practices, from a transmissive teaching (as pointed out in Marques, 2008) to strategies acknowledged in the literature as having a positive impact in pupils' learning (e.g., Furtak *et al.*, 2012; Johnson *et al.*, 2012; Meyer & Avery, 2010; Schroeder *et al.*, 2007). In addition, a previous study showed this CoP developed challenging innovative practices, enacted by the teachers of this social group and by their school colleagues, who were not directly involved in the IPEC project (Marques, Loureiro,

& Marques, 2011). To the improvement of the practices of these teachers some **factors** may have contributed:

- collaborative work between teachers and researchers in a professional learning community (Roblin *et al.*, 2014; Vanderlinde & Braak, 2010), which required an active interaction of the teachers with peers and specialists (Avalos, 2011; Borko, 2004; Dede *et al.*, 2009);
- reduction of the teachers' feeling of isolation (Avalos, 2011);
- long period of collaboration within the CoP (Avalos, 2011; Borko, 2004; Dede *et al.*, 2009);
- higher teacher reflectiveness (Avalos, 2011; Holmes, 2013) and the self-evaluation of their own practices (Barab, MaKinster, & Scheckler, 2004); and
- activities centred in teachers practices and needs (Dede *et al.*, 2009; Tytler *et al.*, 2011).

The profile of the members of this CoP may also have been a relevant factor, since all teachers had done post-graduate courses (four had a master's degree in the area of outdoor learning activities) and the researchers were all doctorate in SE and had extensive experience in this field. Therefore, the above presented factors should be submitted to **further research**.

The authors of this study acknowledge that their research method, a single case study (Yin, 2009), does not allow proposing that every online CoP, involving teachers and researchers in SE, will promote the improvement of teaching practices. It is not also possible to point out which conditions or factors will allow that desired improvement. Yet, it is a contribution to the development of a framework on such factors, which should be further studied. These can be seen as **limitations**, nevertheless, the single case methodological option was a deliberate one, sustained in the need of a deep understanding of the selected phenomenon and in the exploratory nature of this study, due to the lack of previous related research.

In sum, this **contribution** allowed to identify the teaching strategies developed by an online CoP of teachers and researchers in the SE context and to verify these are predominantly coherent with research indicators on effective teaching strategies. Therefore, this study presents evidence that the collaborative work in online CoP can contribute to the improvement of teaching practices.

The authors of this study hope it can contribute to the literature about the potential of online CoP involving teachers and researchers in promoting the improvement of science teaching strategies. It also may be considered relevant by science teachers in different

places in the world who wish to diversify and adapt their range of teaching strategies, sustaining their options in SE research.

Acknowledgements

The authors acknowledge the engagement of the teachers involved in the project IPEC and appreciate their collaboration during the review of the data triangulated. The authors acknowledge also the support of the Portuguese Foundation for Science and Technology, through the funding given to the Project IPEC (POCI/CED/58825/2004) and to the doctoral studies of the first author (SFRH/BD/36177/2007). Finally, the authors acknowledge as well the contribution of Ricardo Pereira, who provided his external insight on the developed analysis.

References

- Avalos, B. (2011). Teacher professional development in Teaching and Teacher Education over ten years. *Teaching and Teacher Education*, 27, 10-20.
- Bacigalupo, M., & Cachia, R. (2011). *Teacher Collaboration Networks in 2025 - What is the role of teacher networks for professional development in Europe?* Luxembourg: European Commission Joint Research Centre
- Barab, S. A., MaKinster, J. G., & Scheckler, R. (2004). Designing System Dualities: Characterizing An Online Professional Development Community. In S. A. Barab, R. Kling & J. H. Gray (Eds.), *Designing for virtual communities in the service of learning*. Cambridge, UK: Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Bardin, L. (1991). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33, 3–15.
- Capps, D. K., & Crawford, B. A. (2013). Inquiry-Based Instruction and Teaching About Nature of Science: Are They Happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497-526.
- Cooper, S., Grover, S., & Simon, B. (2014). Education Building a Virtual Community of Practice for K–12 CS Teachers. Bringing educators together and focusing their interests toward improving computer science education in high schools. *Communications of the ACM*, 57(5), 39-41.
- De Pro Bueno, A. (1999). Planificación de unidades didácticas por los profesores: Análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza De Las Ciencias*, 17(3), 411-429.
- Dede, C., Ketelhut, D. J., Whitehouse, P., Breit, L., & McCloskey, E. M. (2009). A Research Agenda for Online Teacher Professional Development. *Journal of Teacher Education*, 60(8), 8-19.
- Fazio, X. (2009). Development of a Community of Science Teachers: Participation in a Collaborative Action Research Project. *School Science and Mathematics*, 109(2), 95–107.
- Fernandes, D. & Gaspar, A. (2014). Dez anos de investigação em avaliação das aprendizagens (2001-2010): uma síntese de teses de doutoramento. In C. Tomás & C. Gonçalves (Orgs.),

Conference Proceedings of VI Encontro do CIED- I Encontro Internacional em Estudos Educacionais. Avaliação: Desafios e Riscos, pp. 512-527. Lisbon: CIED.

- Fernandes, I., Morgado, M., Rebelo, D., Pinto, M. J., Tavares, A., Marques, L., *et al.* (2009). *Dinâmicas de interação numa Comunidade de Prática On-line e seus impactes no desenvolvimento profissional dos professores envolvidos*. Paper presented at the Educação e Formação: Ciência, Cultura e Cidadania. Actas XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo Branco.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329.
- Gaspar, I., & Roldão, M. C. (2007). *Elementos de desenvolvimento curricular*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Given, L. M. (Ed.) (2008) *The SAGE encyclopedia of qualitative research methods (Vols. 1 & 2)*. California, USA: SAGE Publications, Inc.
- Goos, M. (2008). *Critique and transformation in researcher-teacher relationships in mathematics education*. Paper presented at the International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) Symposium Rome 2008. Retrieved 09/09/2008, from <http://www.unige.ch/math/EnsMath/Rome2008/WG3/Papers/GOOS.pdf>
- Guskey, T., & Sparks, D. (2002). *Linking professional development to improvements in student learning*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association.
- Hattie, J., & Anderman, E. M. (2013). *International Guide to Student Achievement*. New York: Routledge.
- Herbert, S., Rampersad, J., Akinmade, C., & Maharaj-Sharma, R. (2003). Lower Secondary Science Teaching and Learning: A Glimpse into the Science Classroom. School of Education: UWI, St. Augustine.
- Holmes, B. (2013). School Teachers' Continuous Professional Development in an Online Learning Community: lessons from a case study of an eTwinning Learning Event. *European Journal of Education*, 48(1). 97-112.
- Hus, V., & Grmek, M. I. (2011). Didactic strategies in early science teaching. *Educational Studies*, 37(2), 159-169.
- Johnson, C. C., Zhang, D., & Kahle, J. B. (2012). Effective Science Instruction: Impact on High-Stakes Assessment Performance *Research in Middle Level Education Online*, 35(9), 1-14.
- Lai, K. W., Pratt, K., Anderson, M., & Stigter, J. (2006). *Literature Review and Synthesis: Online Communities of Practice*. Retrieved 01/06/2008, from <http://educationcounts.edcentre.govt.nz/publications/downloads/lrs-online-com.pdf>
- Leite, T. (2010). *Planeamento e concepção da ação de ensinar* (Vol. 2). Aveiro Universidade de Aveiro.
- Loureiro, M. J., Santos, M. C., Marques, L., Neto, A., Costa, N., Oliveira, M. T., *et al.* (2006). *Educational research and school practice in science education: From the relevance of interactions to categories of constraints*. Paper presented at The International Conference in Mathematics, Sciences and Science Education, Aveiro.
- Lucas, S., & Vasconcelos, C. (2005). Perspectivas de ensino no âmbito das práticas lectivas: Um estudo com professores do 7º ano de escolaridade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(3), Artículo 4. En http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART4_Vol4_N3.pdf.
- Marques, L., & Praia, J. (2009). Educação em Ciência: actividades exteriores à sala de aula. *Terræ Didactica* 5(1), 10-26, From <http://www.ige.unicamp.br/terraedidactica/>

- Marques, L., Loureiro, M. J., Praia, J. F., Lopes, C., Marques, M. M., Pinho, S., *et al.* (2008). *Descrição detalhada das actividades efectuadas no decurso do projecto IPEC*. Aveiro: Universidade de Aveiro
- Marques, M. M. (2008). *Gestão curricular intencional numa comunidade de prática online: Um estudo de caso envolvendo professores de ciências*. Unpublished Master Degree, Universidade de Aveiro, Aveiro, From <http://hdl.handle.net/10773/1022>.
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (2011). Planning innovative teaching practices in a community of practice: a case study in the contexts of the Project IPEC. *International Journal of Web Based Communities*, 7(4), 429-441.
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (accepted). Communities of practice and science teaching strategies: a case study in the project IPEC. *International Journal of Web Based Communities*.
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (submitted). The dynamics of an online community of practice involving teachers and researchers: A study in the contexts of the project IPEC. *Professional Development in Education*.
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., Marques, L., & Lopes, C. (2008). *Utilização de tecnologias de comunicação online: Caso de um projecto envolvendo investigadores e professores*. Paper presented at the Conferência IADIS Ibero-Americana, WWW/Internet 2008.
- Marzano, R. J., Gaddy, B. B., & Dean, C. (2000). *What Works In Classroom Instruction*. Aurora, CO: Mid-continent Research for Education and Learning.
- Meyer, D. Z., & Avery, L. M. (2010). Why Inquiry is Inherently Difficult... and Some Ways to Make it Easier. *Science Educator*, 19(1), 26-32.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal Of Research In Science Teaching*, 47(4), 474–496.
- Morgado, M., Rebelo, D., Marques, L., Loureiro, M. J., Fernandes, I., Tavares, A., *et al.* (2008). *Exploração Sustentada de Recursos Geológicos – Uma Abordagem Didáctica Interdisciplinar Desenvolvida em Contexto On-line*. Paper presented at the XV Simpósio sobre Enseñanza de la Geología, Universidade de Alcalá: Guadalajara.
- Orion, N. (2007). A Holistic Approach for Science Education For All. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(2), 111-118.
- Pinto, M. J., Rebelo, D., Morgado, M., Fernandes, I., Tavares, A., Marques, L., *et al.* (2009). *Recursos Geológicos – Um Exemplo de Abordagem Interdisciplinar para o 11º ano de escolaridade*. Paper presented at the Educação e Formação: Ciência, Cultura e Cidadania. Actas XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo Branco.
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. V. (1998). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva.
- Roblin, N. N. P., Ormel, B. J. B., McKenney, S. E., Voogt, J. M., & Pieters, J. M. (2014). Linking research and practice through teacher communities: a place where formal and practical knowledge meet? *European Journal of Teacher Education*, 37(2), 183-203.
- Rosa, C. S. F. (2010). *Interações em Comunidades de Prática online sobre a avaliação*. Unpublished Master Degree, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Sabelli, N., & Dede, C. (2001). Integrating Educational Research and Practice: Reconceptualizing Goals and Policies: 'How to Make What Works Work for Us?' [Electronic Version]. Retrieved 04/02/2008, from <http://www.gse.harvard.edu/~dedech/505/policy.pdf>
- Santos, P. (2012). Learn and Teach: Communities of Practice as an Opportunity for Teachers' Professional Development. *Journal of Educational and Social Research*, 2(5), 97-104.

- Schlager, M., Fusco, J., & Schank, P. (2002). Evolution of an on-line education community of practice. In *Building virtual communities: Learning and change in cyberspace* (pp. 129-158). New York: Cambridge University Press.
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T.-Y., & Lee, Y.-H. (2007). A Meta-Analysis of National Research: Effects of Teaching Strategies on Student Achievement in Science in the United States. *Journal Of Research In Science Teaching*, 44(10), 1436–1460.
- Taraban, R., Box, C., Myers, R., Pollard, R., & Bowen, C. W. (2007). Effects of Active-Learning Experiences on Achievement, Attitudes, and Behaviors in High School Biology. *Journal Of Research In Science Teaching*, 44(7), 960–979
- Tate, M. L. (2003). *Worksheets Don't Grow Dendrites: 20 Instructional Strategies That Engage the Brain*. Thousand Oaks, California: Corwin Press, Inc.
- Tytler, R., Symington, D., Darby, L., Malcolma, C., & Kirkwood, V. (2011). Discourse communities: A framework from which to consider professional development for rural teachers of science and mathematics. *Teaching and Teacher Education*, 27, 871-879.
- Vanderlinde, R., & Braak, J. v. (2010). The gap between educational research and practice: views of teachers, school leaders, intermediaries and researchers. *British Educational Research Journal*, 36(2), 299-316.
- Vavasseur, C. B., & MacGregor, S. K. (2008). Extending content focused professional development through online communities of practice. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(4), 517-536.
- Vescio, V., Ross, D., & Adams, A. (2008). A review of research on the impact of professional learning communities on teaching practices and student learning. *Teaching & Teacher Education*, 24(1), 80-91.
- Vieira, R. M., & Vieira, C. T. (2005). *Estratégias de ensino/aprendizagem: o questionamento promotor do pensamento crítico*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Wise, K. C. (1996). Strategies for teaching science: What works? *Clearing House*, 69(6), 337-338.
- Wise, K. C., & Okey, J. R. (1983). A meta-analysis of the effects of various science teaching strategies on achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 419-435.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: design and methods* (4th ed. Vol. 5). California: Sage Publications.

**CAPÍTULO IV: PLANNING INNOVATIVE TEACHING
PRACTICES IN A COMMUNITY OF PRACTICE**
A CASE STUDY IN THE CONTEXT OF THE PROJECT IPEC

Margarida Marques, Maria João Loureiro, & Luís Marques (2011)
International Journal of Web Based Communities, 7(4), 429-441.

CAPÍTULO IV: PLANNING INNOVATIVE TEACHING PRACTICES IN A COMMUNITY OF PRACTICE - A CASE STUDY IN THE CONTEXT OF THE PROJECT IPEC

Margarida Morais Marques*,
Maria João Loureiro and Luís Marques
Department of Didactics and Educational Technology,
Campus Universitário de Santiago,
University of Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal
E-mail: marg.marq@ua.pt
E-mail: mjoao@ua.pt
E-mail: luís@ua.pt

*Corresponding author

Abstract: This paper presents an analysis of the contribution of the collaborative work developed by a Portuguese community, involving teachers and researchers, and created in the context of the project ‘Investigação e práticas lectivas em Educação em Ciência: Dinâmicas de interação’ (IPEC), to the development of innovative practices in formal education. The community members developed, implemented, and evaluated curricular modules about sustainability, through continued interactions in an online platform and some face-to-face meetings. The case study revealed that the community created challenging innovative practices, since we uncover:

- a. evidence of 13 of the 14 descriptors of innovative teaching practices taken into account for the analysis
- b. disruptive practices when compared to traditional practices, presenting high risk-taking, large scope and complexity.

In the final session, we present suggestions concerning design issues for web-based communities, such as the need to combine online interaction with face-to-face meetings.

Keywords: planning innovative teaching practices; science education; SE; online communities of practice.

Reference to this paper should be made as follows: Marques, M.M., Loureiro, M.J. and Marques, L. (2011) ‘Planning innovative teaching practices in a community of practice: a case study in the context of the project IPEC’, *Int. J. Web Based Communities*, Vol. 7, No. 4, pp.429–441.

Biographical notes: Margarida Morais Marques is currently pursuing her PhD in Science Education at the University of Aveiro. Her research interests are in the areas of science education, curricular management, and communities of practice (both face-to-face and online).

Maria João Loureiro is a Lecturer in the Department of Education of the University of Aveiro. Her main research interests are science education and ICT in education, namely evaluation of the added value of the integration of ICT in educational contexts. She has been involved in several national and international projects, such as MINERVA, Nónio Séc. XXI, TRENDS, Galanet, Galapro, ...

Luís Marques is a Researcher of the Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores of the University of Aveiro. He has been involved both as coordinator and participant in several national and international projects.

4.1. Introduction

In the educational context, innovation can be developed and sustained through continuous communication between teachers and researchers (Aubusson, 2002). This articulation can progress Education, produce transdisciplinary knowledge *in situ* (*idem*), and impact teachers' practices (Goos, 2008). However, the articulation between classroom practices and research seems to be uncommon (*idem*).

Innovation needs effective teachers' professional development (TPD) which, for some authors (Lai, Pratt, Anderson, & Stigter, 2006), can be achieved through teachers' involvement in communities of practice (CoPs). These focus on

- a. learning situated in practice
- b. teachers' reflection on their own practice
- c. teachers' co-production of knowledge.

However, Lai *et al.* (2006) identified few examples of CoP designed to promote TPD in the literature.

Taking into account the above discussion, the research questions addressed in the present research are: What is the potential of a CoP, involving teachers and researchers, to the development and adoption of innovative teaching practice and thus TPD? What communication strategies can facilitate innovative practices? To address these questions, a case study methodology was used, the case being the innovative dimension of the intended curricular management (ICM) developed within a CoP involving teachers and

researchers in science education (SE) as well as the communication strategies used by its members.

In this paper, we briefly discuss the concept of innovation and put forward some considerations about its repercussions for SE practices that allowed the development of the descriptors used to analyse the data. Then, after a presentation of the context of our case study, the project 'Investigação e práticas lectivas em Educação em Ciência: Dinâmicas de interacção' (IPEC), and of the adopted methodology, we present the evidence from the developed innovative teaching practices and the communication strategies used in the analysed CoP. Finally, we discuss the insights brought by this study into innovative teaching practices and the design of CoP.

4.2. Clarification of the concept of innovation

Innovation is a broad concept that carries a sense of newness and change. It has to be intentional and perceived as new, but may vary in magnitude (as radical or incremental), scope (it may affect only a group or the whole organisation), risk and benefit. Therefore, innovation can be defined as being 'the creation and implementation of a new idea in a social context with the purpose of delivering benefit(s)' (R. Adams, 2003, p. 25).

In order to identify innovation, a classification system that provides a set of descriptors is useful. Jaskyte *et al.* (2009) studied student and faculty perceptions of innovative teaching, dividing their descriptors into six categories

- a. teaching methods or style, e.g., 'is original – looks for new ways to present class material'
- b. teacher personality, e.g., 'is knowledge motivated, up-to-date on scholarship'
- c. relationships with students, e.g., 'is open to new ideas'
- d. classroom environment, e.g., 'evaluates the effectiveness of her/his innovative teaching method'
- e. staying up-to-date on recent developments in the field, e.g., 'gets students to learn how to construct knowledge themselves'
- f. effectiveness of teaching methodology, e.g., 'has a genuine desire to connect with students and fosters dialogue'.

Adams (2003) and Adams *et al.* (2006), from empirical data in a health context, classify innovation as: 'readily-adopted', 'challenging' and 'under-cover'. The *readily-adopted innovations* are those with the greatest probability of success. Associated with

high rewards and low risks, they are not perceived as disruptive but appear to be characterised by high adaptability (can be modified to fit local needs), by actual operation (satisfy objectives in an elevated degree) and as observable (by others outside the innovating group). According to the authors, this type of innovation includes idea generation and analysis of activities, placing emphasis on the front end of the innovation process, and it is associated with factors relating to initiation and championing of innovation. *Challenging innovations* are perceived as more problematic, being characterised by relatively high values of disruption, risk, scope (impact outside the innovating group) and complexity. They emphasise group factors, mostly autonomy, social factors and orientation. Little emphasis is given to initiation activities, such as ideas and analysis. They focus on implementation activities, namely technical development and launch, and may have a diversity of management support. The *under-cover innovations* have low levels of uncertainty, that is they are well understood within the group, little advantage, in that they are badly perceived as being an improvement against initial conditions, do little to raise the profile of the innovating group or institution, poor actual operation as they are least good at satisfying objectives, narrow scope and little observability. The relatively low values of actual operation and advantage, in conjunction with a relatively low profile value, hinder the innovative activity. This takes place in isolation, perhaps beyond the knowledge of organisational management and without its endorsement. Considering that the management commitment is positively associated with the success of an innovation (Adams, 2003), the under-cover innovation may be associated with a low degree of success.

Innovation processes require time, and several constraints can hinder its adoption (Adams, 2006). Aubeusson (2002) suggests that externally initiated innovations are expected to generate resilience and perturbation. They can lead to big changes, as long as the external pressures are powerful enough to change the environment. However, they can generate unpredictable outcomes and require a considerable amount of resources.

4.3. Innovation in SE practices

In the context of SE, innovative practices are generally associated with socio-constructivist teaching practices, focused on student activity and exploring a diversity of contextualised teaching strategies (Lucas & Vasconcelos, 2005). In Portugal, innovative practices in SE can be connected to the inquiry teaching approach (ITA), which we see as

a synthesis of the orientations of several areas of research in SE. That perspective can be described considering the following (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002):

- *Purpose* – the acquisition of concepts, capacities, attitudes and values, focusing on education rather than instruction.

- *Epistemological dimension* – externalist and rationalist contemporary vision of science, valuing a global perspective about science, interdisciplinarity and transdisciplinarity, the history of science and socio-cultural contexts of knowledge production.

- *Learning dimension* – based on socio-constructivist perspectives and knowledge for action to solve problematic situations.
- *Teacher's role* – the teacher is perceived as an organiser of the processes of sharing, interaction and critical reflection; he or she promotes discussions on problematic situations, thus stimulating creativity and students' involvement.
- *Students' role* – active students assuming a role of inquiry; critically reflecting on their ways of thinking, acting and feeling.
- *Didactic-pedagogical characterization* – study of open problems, emerging from students' interests and the science-technology-society (STS) movement; qualitative approach to the problems; valorisation of interdisciplinary and transdisciplinary activities, group work and inter-groups cooperation, activities of synthesis and of critical reflection. The assessment (both of the learning processes and products) includes concepts, capacities, attitudes and values, and is considered as an integral part of the teaching and learning process.

SE research calls for the adoption of a diversity of teaching methodologies and the contextualisation of teaching approaches in everyday situations, thus providing a global view of the problem to be solved. Yet, the adoption of innovative practices in SE appears to be low, both as regards the innovations proposed by research in education (Lucas and Vasconcelos, 2005) and those imposed by policy (Towndrow, Tan, Yung, & Cohen, 2010). In the context of innovative laboratory practices, Towndrow *et al.* (2010, p.130) consider that 'topdown, rationalist approaches to innovation...rarely achieve the levels of fidelity desired by policy-maker'.

4.4. Context of the study and methodology

This research was conducted in the context of the Portuguese project IPEC, which aimed to promote interaction between research and practice in SE, with reflection on both dimensions (M. J. Loureiro *et al.*, 2007). An online community was created and active between May 2006 and September 2008. Four working groups (named G1, G2, G3 and G4) were formed through the negotiation of interests and emerging problems from teachers' practices. Teachers worked collaboratively with researchers in order to develop, implement and evaluate curricular modules related to sustainability, interacting through online communication technologies and in face-to-face meetings (Maria João Loureiro *et al.*, 2008).

In a previous work (Marques, 2008), the process and products (educational objectives and activities) of G2's ICM were analysed. G2 was constituted by five science teachers (all female, four teaching biology and geology and one physics and chemistry), and three SE researchers (two male and one female). The teachers had from 11 to more than 21 years of teaching experience and were between 36 and 55 years old. All had postgraduate degrees and used information and communication technology (ICT) frequently (e-mail, internet browser and word processor). The researchers had doctoral certification and more than 20 years of experience each. Two of them usually used the same type of ICT tools as the teachers and one was an expert in educational technology, thus she used ICT frequently for various purposes, including teaching.

At the beginning of the project, in the initial interviews, almost all the teachers evidenced a focus on instruction, since their methods were content and teacher-centred. When questioned about their activities, the teachers classified them as expository, mainly due to pressures related to the completion of the national curriculum and time constraints. However, some already used some inquiry activities with their students, as well as fieldtrips, and encouraged the presentation of students' work. Concerning the assessment, it was mostly summative and the main assessment instrument used was the traditional test.

Teachers' initial expectations about collaborative work were very high. Collaborative work would help them to:

1. innovate, e.g., 'sometimes we have [new] ideas but, since we haven't to present them [to someone], they are diluted and not realised...'
2. collaborate, e.g., '...to share with colleagues of other schools, (...) geographically dispersed...'

3. deepen their knowledge about teaching practices
4. evolve, e.g., 'learning to work with platforms'.

They also mentioned that connecting with others could decrease feelings of isolation. With regard to the expected constraint, the time needed to articulate the research with the teaching practices was emphasised.

The contribution of CoP to the creation and adoption of innovative teaching practice involving teachers and researchers, such as described above, is not a frequent theme in the literature. Therefore, an exploratory, qualitative case study methodology was considered the most appropriated (Yin, 2003). In this paper, the case studied was the innovative nature of the ICM developed by G2, as well as the communication strategies used by its members. Data was gathered from the most relevant documents of ICM of G2, for instance lesson plans and worksheets with guidelines for the students, the asynchronous online interactions, the final reports of the teachers involved, G2's presentation at the final event of the IPEC project, and G2's publications (Morgado *et al.*, 2008; Pinto *et al.*, 2009). The data collected were subjected to document analysis and content analysis.

To develop the descriptors of innovative teaching practices used to analyse the data, we reflected on and integrated:

- a. Jaskyte *et al.*'s (2009) descriptors that were adapted to the context of secondary school and to the object of this study
- b. Cachapuz *et al.*'s (2002) characterisation of the ITA perspective, summarised above.

We defined 14 descriptors, described in the next section, which we consider that allow us to identify innovative practices in SE.

4.5. Evidence of innovation in teachers' practices in IPEC

G2 planned, implemented and evaluated a curricular module related to 'sustainable exploration of geological resources', for the 11th year of schooling. Teaching activities were centred on a fieldtrip to a granite quarry. All the teachers used the developed didactic materials, one in the academic year of 2006/2007, and the others in the following academic year, after reflection and reformulation (Pinto *et al.*, 2009).

Considering the first descriptor of innovative teaching practices, *aims the acquisition/development of concepts, capacities, attitudes and values*, during the year one

of IPEC, G2 tried to clarify the concepts of 'objective' and 'competence' to define the competencies to be developed by the students. Teachers proposed competencies from different origins (the Portuguese 'biology and geology' curriculum or the science curriculum of Quebec). However, they did not reach a consensus, since the competencies were not set out clearly in the lesson plan of the first year.

According to the teachers' final reports, the educative objectives were defined in the second year of IPEC. G2 was able to point out the competencies that could be enhanced during the implementation of the curricular module, e.g., 'interpretation of information' or 'is persistent in overcoming difficulties' (lesson plans). In spite of the difficulties, G2 intended the development of concepts, capacities, attitudes and values.

Concerning the second descriptor, *bases his or her teaching on socio-constructivist perspectives – proposes the study of open problems*, in the lesson plans it was stated that the fieldtrip activity should provide opportunities to answer the question: 'What strategies have been implemented in the quarry of the Quinta do Moinho for a sustainable exploitation of its resources?'. This is divided into four sub-questions: 'How to characterise the quarry of the Quinta do Moinho according to the

- a. geologic resource?
- b. materials produced?
- c. resource exploitation and spatial planning?
- d. landfill of inert waste?' (lesson plans).

These questions present some degree of openness and pointed to the integration of research guidelines related to 'problem solving', since they

- a. concern a real situation
- b. does not present, a priori, all data needed to solve the problem
- c. refer to a problematic situation that needs more than the application of an algorithm or the memorisation of facts to be solved
- d. admit an active role of the student (Cruz, 2005).

In relation to the third descriptor, *bases his or her teaching on socio-constructivist perspectives – promotes students active participation*, the lesson plans predict an active role to the students, as they have to:

- a. 'research on the internet about...geological resources produced in quarries...' (lesson plans)
- b. 'present to colleagues the observations made, the findings...The other groups should register the information and question them' (*idem*)

- c. perform the tasks proposed in the worksheets, e.g., 'each workgroup collects the material' (*idem*)
- d. 'write a synthesis document about the main issues addressed by the group, during the previous phases of the fieldtrip' (*idem*).

Concerning the fourth descriptor, *bases his or her teaching on socio-constructivist perspectives – promotes learning through the negotiation of meaning*, 26 out of 40 strategies are planned to be developed in groups (Marques, 2008). In a context of analysis of the quarry from different perspectives, G2 proposed different assignments to each group of students, promoting inter-group cooperation: 'The working group that collected water samples must carry out the analysis of it. This information should be shared and is useful for the group studying the inert waste landfill' (lesson plans). Cycles of work within each group, followed by presentations to and discussions in the class, occur in several moments of the module.

Concerning the fifth descriptor, *values a global perspective of science – connects information to real problems (STS contexts)*, the question and sub-questions that shape the fieldtrip activity (see the second descriptor) are related to aspects of daily life in society. Geological resources have wide applications, thus the environmental impact of its exploitation and transformation should be minimised. To answer the questions defined it is necessary to relate scientific and technological knowledge, as well to analyse the impact of science and technology on society. Therefore, we can consider they have a STS extent.

Regarding the sixth descriptor, *values a global perspective of science – promotes an interdisciplinary or a transdisciplinary approach to the content*, the initial geological curricular module foresaw some chemical analyses, so we can consider that there was an attempt to promote inter-disciplinarity: 'The work group that gathered the water samples must analyse them' (lesson plans), with the support of the chemistry teacher. This aspect was deepened in the second year, since the last lesson plan not only points to the integration of geological and chemical knowledge, but also indicates that both teachers of biology and geology, and of physics and chemistry, should be in the classroom conducting the activities to prepare for the fieldtrip activity, an unusual procedure at this level of schooling.

No evidence was found relevant to the seventh descriptor, *values a global perspective of science – promotes awareness of the dynamic nature of science*.

With reference to the eighth descriptor, *teaches to different learning styles, e.g., through varied teaching methods, activities and materials*, the lesson plans suggest the use of a wide variety of teaching methods, activities and materials, such as:

- a. debate strategies (in small groups and in the classroom)
- b. oral explanation, performed by the teacher or by the students, e.g., ‘the workgroups present to the class the main conclusions’ (lesson plans)
- c. information retrieving and treatment from the internet
- d. teachers’ intentional questioning, e.g., ‘the teachers introduce the activity by questioning students in the classroom...’ (*idem*)
- e. practical work, in the fieldtrip or in the laboratory, e.g., ‘teachers suggest to students... [that] it is necessary that the class goes to a quarry to make a thorough study’ (*idem*).

In relation to the ninth descriptor, *does activities of synthesis and of critical reflection*, the ICM document predicts some synthesis activities conducted both by the working groups (as explained above) and by the teacher: ‘each working group presents to the class the main conclusions...’; ‘the teacher summarises...’ (lesson plans). G2 also developed a questionnaire, implemented after the curricular module, which allowed students to reflect on the workgroup competencies developed and on the fieldtrip activity: ‘5.3. Negotiated the strategies of work with my colleagues?’ (questionnaire implemented).

Concerning the tenth descriptor, *gives unorthodox and unusual assignments*, G2 defined that ‘each workgroup should prepare the material that considers useful for conducting activities during the fieldtrip’ (lesson plans), and attributed the study of different sub-questions to each workgroup. This kind of student accountability and diversity in assignments is unusual in SE.

With regard to the 11th descriptor, *modifies old teaching strategies and develops new (research-based) approaches*, G2 tried to scientifically support their work, by visiting previously the quarry, interviewing some of the workers of the quarry, and requesting the collaboration of two geologists: ‘...[we] can invite Professor Soares de Andrade to come, so he can clarify some questions raised from observations made today’ (Forum: G2 in the academic year 2007/2008; Author: ProfA). The CoP also tried to integrate indicators from SE research, as they inquired, read and discussed the literature during the first phase of the work. The curricular module is consistent with Orion’s (2001) fieldtrip approach, divided in the three phases. G2 altered this existing fieldtrip model since teachers proposed different activities to each workgroup and predicted inter-groups cooperation.

The curricular module planned, implemented and evaluated by G2 during the first year, was adapted, implemented and re-evaluated in the second year. One adaptation was the intensifying of the interdisciplinarity nature of the module, as shown in the sixth descriptor. Others were the adaptation of the materials used in the initial quarry (Quinta do Moinho) to another one (Feifil), closer to the school where one teacher taught, and the integration of activities in students' worksheets that were not predicted in the first implementation, e.g., '1.8. The rock has several forms. 1.8.1. Measure the dominant orientation of these jointing. 1.8.2. Propose one or more explanations for its occurrence' (Feifil's worksheet).

Relatively to the 12th descriptor, *encourages student feedback and reacts to it*, the lesson plan proposed some moments for students' feedback. This intentionality is also stated in the interactions of the G2 in the forums: 'The novelty of the psychological factor can be reduced by a preparation and planning of the fieldtrip together with the students (...)' (Forum: G2 in the year of 2007/2008; Author: ProfD).

The CoP faced difficulties concerning students' assessment, as shows the 13th descriptor, *uses different methods of assessment, develops new student learning assessment tools and learning assessment includes concepts, capacities, attitudes and values*. In the initial lesson plan, the assessment strategies were not explicit. This was interpreted as an indicator of the difficulties experienced by G2. However, they used different assessment instruments: '... it is also important to know what happened in terms of learning ... consider this from the contribution of the final test and it is also possible to analyse the worksheets written by students during the fieldtrip' (Forum: Plan of the G2; Author: Inv1). In the second year, the assessment was reformulated. The group defined and indicated in the lesson plan the criteria to be assessed, e.g., 'quality of participation of each student in the activities proposed' (lesson plan). It included as well the learning outcomes, e.g., 'relates magmatic rocks' characteristics with its genesis' (*idem*). In other words, during a two-year period, G2 conceived varied methods of assessment and used different student learning assessment tools to assess learning of a diverse nature.

Considering the 14th descriptor, *evaluates the effectiveness of her/his innovative teaching method*, the CoP evaluated the curricular module in the first and second years of implementation, through 'a short questionnaire for the evaluation of this activity...' (Forum: Plan of the G2; Author: ProfA). It aimed the assessment of three aspects:

- a. the implemented module
- b. the collaboration competencies developed by the students
- c. their perceptions of the fieldtrip and its impact on their learning.

In the first year of IPEC, the students' perceptions were also collected: 'They were asked to express their views on...this fieldtrip;...' (Forum: Plan of G2; Author: ProfC). In the forums and in face-to-face meetings, G2 reflected on the implementation of the module: 'we thought of what we could do, given the recognised weaknesses in our work... [We will] reflect on the competencies that the students can develop..., and on evaluation of competencies' (Forum: Plan of the G2; Author: Inv2).

In summary, we found evidence of innovation in 13 out of 14 of the descriptors defined. Taking into account the types of innovation described by Adams *et al.* (2006), we can consider that the innovations identified in the practices of G2 are of the challenging type, since they are:

- *Disruptive* – the curricular module created has characteristics of the ITA perspective, a teaching perspective proposed in the literature (Cachapuz *et al.*, 2002), yet with a low adoption from the Portuguese teachers (Lucas and Vasconcelos, 2005).
- *Of high risk* – the adoption of new teaching methodologies brings risks to the innovators, as they have to understand very well the new strategies and to adapt to the new situation. The involvement of teachers, who were colleagues of the G2's teachers in their schools, but not involved in IPEC, brought greater visibility to the module developed. This visibility implies a higher risk, which was only assumed in the second year of the project.
- *Of high scope* – the teachers created an effect of dissemination of this innovation, as they got the collaboration of their peers, as mentioned above, and disseminate the work developed in SE research conferences: *XV Simpósio sobre Enseñanza de la Geología*, Guadalajara (Spain), and *XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências*, Castelo Branco (Portugal).
- *Highly complex* – the curricular module was created, reformulated and adapted in the course of two academic years and brought a diversity of actors outside the CoP.

The evidence found in this study supports statements presented in existing SE literature:

- Opposing to changes imposed by policy-makers, which are external innovations with a higher propensity to be misinterpreted and create resistance (Aubusson, 2002), the curricular module developed by G2 was adopted by other teachers, impacting at school level. Consistently with recent literature (Towndrow *et*

al.,2010), the internal factor may be crucial to teacher adoption of challenging innovation.

- The continuous communication between researchers and teachers can generate innovation in teachers' practices (Aubusson, 2002).
- Teachers and researchers involved in CoP can support TPD since it can promote reflection in practice, and endorses the critical evaluation of their own work (Cachapuz *et al.*, 2002; Lai *et al.*, 2006).

However, the involvement of teachers and researchers in CoP can bring some constraints to their members. Teachers of G2 identified some barriers to their participation in the IPEC project (Marques, 2008), such as:

- a. social barriers, e.g., feelings of isolation in online environments and difficulties to define common objectives
- b. time/interruptions barriers, e.g., lack of time to work in the project and frequent interruptions at the working place
- c. prerequisite skills barriers, e.g., concerning assessment competencies.

4.6. Evidence of communication strategies used in IPEC

ICT is pointed out in literature as having the potential to promote shared communication, as it allows the overcoming of space and time restrictions (Miranda & Dias, 2005). G2 used the blackboard academic suite (BAS) platform to support distance communication. The online tools used were:

- *announcements* – this tool was used to disclose TPD opportunities, changes in the organisation of the platform, technical support,..., to all the members of the IPEC project
- *collaboration* – a synchronous communication tool, hardly used by this group
- *e-mail* – a tool used especially to alert IPEC's members to new messages on the platform, which was particularly useful in periods of lower interaction
- *discussion forum* – an asynchronous communication tool used to interact and share documents during the two-year period of work
- *exchange of files* – a tool used to share files (especially word processor files), such as articles from literature in SE, working documents,...

The platform registered the frequency of utilisation of the online tools by the teachers of G2, from May 2006 to June 2008, presented in table 1.

Table 1 - Frequency of utilisation of the platform BAS

<i>Collaboration</i>		<i>E-mail</i>	<i>Discussion forum</i>		<i>Exchange of files</i>
<i>Publication</i>	<i>Access</i>		<i>Publication</i>	<i>Access</i>	
7	344	147	451	7,629	30

Table 1 (above) shows that G2 preferred asynchronous tools of communication, which are recognised in the literature as more favourable to reflective thinking than synchronous tools (Lapadat, 2002). Consequently, and because we were able to identify innovative practices within this CoP, we can infer that asynchronous communication tools can favour the development of innovative teaching practices. However, participation in exclusively online communities seem to be affected by the lack of adequate technological competencies and understanding of how to use them, as well as by a lack of trust necessary to the development of a sense of community (Lai *et al.*, 2006). Therefore, IPEC investigators complemented online communication with face-to-face meetings that were valued by all the participants since they apparently promoted the development of trust among the participants (Marques *et al.*, 2008).

4.7. Conclusions

The CoP studied, involving teachers and researchers, adopted innovative teaching practices, of the challenging type, which were validated by researchers. This statement is supported by evidence found in 13 of the 14 non-exhaustive innovation descriptors presented in this paper. Evidences presented in this paper suggest that innovation created with the teachers may be more easily adopted by them.

The studied online CoP proved to have value to TPD, because teachers of G2 indicated that their involvement had a positive impact on their competences, such as

- a. collaboration with peers, both from other schools and within their schools, thus reducing isolation
- b. scientific and pedagogical, thus increasing their self-confidence
- c. reflection and evaluation that led to the reformulation of the developed work, aiming it adaptation to new educational contexts.

Concerning the constraints, the teachers mentioned

- a. the definition of objectives common to all group members
- b. arriving at consensus, particularly addressing to the educational objectives

- c. explicit assessment strategies of students learning
- d. high availability of time that this kind of project requires.

The use of asynchronous online communication tools, complemented with periodic face-to-face meetings, might have facilitated the emergence of innovative teaching practices in the G2. As stated in a previous paper (Marques, Loureiro, Marques, & Lopes, 2008), in contexts where the community members have online communication competencies, and the geographical barriers are relevant, these face-to-face meetings can eventually be replaced by synchronous conferences.

The majority of the G2 teachers indicated a high degree of satisfaction with their involvement in the online CoP, and believed that they would continue collaborating, even after the end of the project IPEC.

Although the presented results cannot be generalised, the authors recommend the promotion of CoP involving teachers and researchers since they can contribute to the development of innovative teaching practices.

Acknowledgements

The authors acknowledge the engagement of the teachers involved in the project IPEC and the contribution of Dr. Andrew Graham and Dr. Pedro Manta for improving the writing of this paper.

The authors acknowledge also the support of the Portuguese Foundation for Science and Technology, through the funding given to the project IPEC (POCI/CED/58825/2004) and to the doctoral studies of the first author (SFRH/BD/36177/2007).

The IPEC project was funded by the Portuguese Foundation for Science and Technology (POCI/CED/58825/2004).

References

- Adams, R. (2003). *Perceptions of innovations: exploring and developing innovation classification*. Unpublished PhD, Cranfield University, Cranfield.
- Adams, R., Tranfield, D. and Denyer, D. (2006). *Innovation types: Configurations of attributes as a basis for innovation classification*. Retrieved 10-07-2009, from <http://ssrn.com/abstract=1309554>
- Aubusson, P. (2002). An ecology of science education. *International Journal of Science Education*, 24(1), 27-46.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.

CoP *online*: contributos para a prática letiva

- Cruz, E. (2005). Referencial teórico enquadrador do estudo. In *Avaliação do impacto de cursos de mestrado nos professores-mestres [Texto policopiado]: o desenvolvimento do pedagogical content knowledge de professores de ciências físico-químicas* (pp. 34-180). Aveiro: E. Cruz.
- Goos, M. (2008). *Critique and transformation in researcher-teacher relationships in mathematics education*. Paper presented at the International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) Symposium Rome 2008. Retrieved 09/09/2008, from <http://www.unige.ch/math/EnsMath/Rome2008/WG3/Papers/GOOS.pdf>
- Jaskyte, K., Taylor, H. and Smariga, R. (2009). Student and Faculty Perceptions of Innovative Teaching. *Creativity Research Journal*, 21(1), 111-116.
- Lai, K. W., Pratt, K., Anderson, M., & Stigter, J. (2006). *Literature Review and Synthesis: Online Communities of Practice*. Retrieved 01/06/2008, from <http://educationcounts.edcentre.govt.nz/publications/downloads/lrs-online-com.pdf>
- Lapadat, J. (2002). Written Interaction: A Key Component in Online Learning, *Journal of Computer-Mediated Communication*.
- Loureiro, M. J., Marques, L., Marques, M. M., Guerra, C., Oliveira, T., Chagas, I., et al. (2008). *Investigação e Práticas lectivas em Educação em Ciência: Dinâmicas de interacção*. Paper presented at the Actas do Colóquio "Da investigação à prática: Interações e debates" (CD-ROM), Aveiro.
- Loureiro, M. J., Neto, A., Oliveira, T., Chagas, I., Bettencourt, T., Cid, M., et al. (2007). *Science Education Research and School Practices: Building an on-line Community of Practice*. Paper presented at the Actas do Congresso ICEM (International Council of Educational Media), Nicosia (Chipre).
- Lucas, S., & Vasconcelos, C. (2005). Perspectivas de ensino no âmbito das práticas lectivas: Um estudo com professores do 7º ano de escolaridade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(3), Artículo 4. En http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART4_Vol4_N3.pdf.
- Marques, M. M. (2008). *Gestão curricular intencional numa comunidade de prática online: Um estudo de caso envolvendo professores de ciências*. Unpublished Master Degree, Universidade de Aveiro, Aveiro, From <http://hdl.handle.net/10773/1022>.
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., Marques, L., & Lopes, C. (2008). *Utilização de tecnologias de comunicação online: Caso de um projecto envolvendo investigadores e professores*. Paper presented at the Conferência IADIS Ibero-Americana, WWW/Internet 2008.
- Miranda, L., & Dias, P. (2005). *Ambientes de comunicação síncrona na web como recurso de apoio à aprendizagem de alunos do ensino superior*. Paper presented at the IV Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação from <http://www.nonio.uminho.pt/challenges/05comunicacoes/Tema2/08LuisaMiranda.pdf>
- Morgado, M., Rebelo, D., Marques, L., Loureiro, M. J., Fernandes, I., Tavares, A., et al. (2008). *Exploração Sustentada de Recursos Geológicos – Uma Abordagem Didáctica Interdisciplinar Desenvolvida em Contexto On-line*. Paper presented at the XV Simpósio sobre Enseñanza de la Geología, Universidade de Alcalá: Guadalajara.
- Pinto, M. J., Rebelo, D., Morgado, M., Fernandes, I., Tavares, A., Marques, L., et al. (2009). *Recursos Geológicos – Um Exemplo de Abordagem Interdisciplinar para o 11º ano de escolaridade*. Paper presented at the Educação e Formação: Ciência, Cultura e Cidadania. Actas XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo Branco.
- Towndrow, P., Tan, A., Yung, B., & Cohen, L. (2010). Science Teachers' Professional Development and Changes in Science Practical Assessment Practices: What are the Issues? *Research in Science Education*, 40(2), 117-132.
- Yin, R.K. (2003) *Case study research: design and methods*, 3rd ed., Sage Publications, Thousand Oaks, CA.

CAPÍTULO V: DESENVOLVIMENTO CURRICULAR
NUMA COMUNIDADE DE PRÁTICA
PRINCÍPIOS OPERACIONALIZADOS
NO ÂMBITO DO PROJETO IPEC

Margarida Marques, Maria João Loureiro, & Luís Marques
(em preparação para submissão)

CAPÍTULO V: DESENVOLVIMENTO CURRICULAR NUMA COMUNIDADE DE PRÁTICA - PRINCÍPIOS OPERACIONALIZADOS NO ÂMBITO DO PROJETO IPEC

Margarida Marques¹

marg.marq@ua.pt

Maria João Loureiro¹

mjoao@ua.pt

Luís Marques¹

luis@ua.pt

¹ Centro de Investigação Didática e Tecnologia educativa, Universidade de Aveiro, Portugal

Resumo: Na literatura da especialidade tem-se reconhecido a complexidade do processo de desenvolvimento curricular (DC) e referido ser desejável a interação entre a prática e a investigação em Educação. O projeto português IPEC procurou promover essa articulação através duma comunidade de prática (CoP) *online*, envolvendo professores de ciências e investigadores em grupos de trabalho que desenvolveram módulos curriculares. Neste artigo analisam-se os princípios orientadores de DC explorados por um dos referidos grupos e em que medida estes se alinham com orientações teóricas. Realizou-se um estudo de caso, com observação direta (mediada por uma plataforma *online*) não participante e análise documental, ambas sujeitas a análise de conteúdo. Constatou-se que a CoP operacionalizou vários princípios da literatura da Teoria e Desenvolvimento Curricular; este deve ser: i) de responsabilidade descentralizada, ii) flexível e diferenciado, iii) reflexivo, iv) contextualizado numa abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (STSA), v) integrado, e vi) com fases iterativas. Assim, apresenta-se um instrumento para validação empírica de princípios de DC baseados na literatura e validado no contexto analisado. Reconheceu-se ainda que o envolvimento de professores e investigadores nesta CoP permitiu uma melhor articulação entre a teoria e a prática durante o DC, dado que todos os princípios atrás referidos de se plasmam nos dados empíricos.

Palavras-chave: Princípios de desenvolvimento curricular, Educação em Ciência, Comunidades de prática, relação teoria-prática, estudo de caso

5.1. Introdução

O desenvolvimento curricular (DC) pode ter subjacente racionalidades distintas, conforme a perspetiva da Educação perfilhada e os pressupostos assumidos na análise da realidade educativa (Akker, 2003; Kelly, 2009; Mfum-Mensah, 2009; Pacheco, 2012; Roldão, 1999). Neste processo reconhecem-se diferentes níveis de intervenção (político, administrativo, pedagógico e didático) e decisão (macro, meso e micro) (Gaspar & Roldão, 2007; McKenney, Nieveen, & Akker, 2006). Considerando o DC ao nível micro (do professor ou grupos de professores no seio de uma escola), a racionalidade dominante até à década de 70 do século passado era a técnica-linear de Tyler (Akker, 2003; Slattery, 2006). Esta racionalidade foi questionada por diversos autores, dada a sua natureza formal e teórica, distante da prática dos professores, pelo que a área curricular tem sido reconcetualizada no sentido de defender uma compreensão académica do currículo (Pacheco, 2012; Pinar, 2006; Slattery, 2006). Nesta linha, perspetiva-se o currículo como um campo interdisciplinar de estudo da experiência educativa, reconhecendo a sua vertente humana e deixando cair o cariz prescritivo que caracterizava a anterior. Perfilha-se, portanto, uma perspetiva de educação que respeita a liberdade do indivíduo e promove uma sua capacitação e igualdade social (Kelly, 2009; Slattery, 2006). Deste modo, preconizam-se práticas de DC que reconhecem e aceitam a educação de cada um no âmbito das suas culturas/sociedades locais numa era de globalização e internacionalização (Pinar, 2006). A atual reconceptualização do currículo e do seu desenvolvimento confere-lhes maior complexidade.

A reconhecida complexidade do processo de DC a empreender pelo professor torna desejável que este seja apoiado pela investigação em Educação. Tal requer uma maior interação entre professores e investigadores, ultrapassando o distanciamento entre prática e teoria, que tem vindo a ser apontado na literatura (Goos, 2008; Hargreaves, 1999; Loureiro *et al.*, 2006). Uma forma de potenciar essa interação parece ser a promoção de comunidades em contexto educativo, nomeadamente as comunidades de prática¹ (CoP) (Rogan & Anderson, 2011).

¹ Conforme explorado em Marques, Loureiro e Marques (submetido), o conceito de CoP perfilhado na presente contribuição pode ser sintetizado da seguinte forma: 'A community of practice is a unique combination of three fundamental elements: a **domain** of knowledge, which defines a set of issues; a **community** of people who care about this domain; and the shared **practice** that they are developing to be effective in their domain' (Wenger, McDermott & Snyder, 2002, p.27, ênfase no original).

Nesta linha, o projeto português IPEC² promoveu a colaboração entre professores e investigadores para o desenvolvimento de módulos curriculares no âmbito da Educação em Ciência (EC). Um dos seus grupos de trabalho, designado de G2, constituiu uma CoP que interagiu através de uma plataforma *online* e em reuniões presenciais. O trabalho desenvolvido por esta CoP tem vindo a ser analisado pelos autores, nomeadamente no que respeita às dinâmicas de interação (Marques, Loureiro, & Marques, submetido), à natureza das práticas no que respeita à inovação (Marques, Loureiro, & Marques, 2011) e às estratégias concebidas e implementadas (Marques, Loureiro, & Marques, aceite). Este contributo visa analisar o processo de DC do referido grupo, pelo que se definiu a questão de investigação: ‘Que princípios orientadores do DC, recomendados na literatura da especialidade, foram operacionalizados no desenvolvimento de um módulo curricular pela CoP *online* do G2 do projeto IPEC?’

Ao pesquisar estudos prévios do DC efetuado por comunidades de professores constatou-se que a maior parte da literatura recente relativa ao currículo e seu desenvolvimento é de natureza teórica (e.g., Gaspar & Roldão, 2007; Popkewitz, 2009; Priestley, 2011; Rafferty, 2011; Slattery, 2006), revelando ‘tensions between curriculum theory and curriculum development’ (Pacheco, 2012, p.9). Assim sendo, justificava-se a realização de um estudo qualitativo do tipo estudo de caso, único e exploratório (Yin, 2009). Recolheram-se os registos das interações na plataforma *online* de apoio ao projeto (observação direta não participante) e documentos oriundos de diferentes fontes: documentos de planificação e recursos associados, relatórios individuais finais das docentes, atas de reuniões presenciais e documentos de disseminação do trabalho do grupo. Os dados recolhidos foram submetidos a análise de conteúdo (Bardin, 1991). Contudo, não tendo identificado estudos empíricos com objetivos similares que pudessem constituir um ponto de referência para a análise dos dados, recorreu-se à literatura acerca da teoria curricular para definir as categorias de análise a explorar neste estudo. Deste modo, na secção que se segue, apresenta-se uma síntese da literatura consultada que conduziu à proposta de um conjunto de categorias de análise de princípios de DC consonantes com perspetivas educativas atuais. Consequentemente, este estudo contribui também para a validação empírica de princípios de DC emergentes da literatura.

Nas secções seguintes apresenta-se: *i*) uma síntese de literatura sobre DC que possibilitou a proposta de um instrumento de análise de dados; *ii*) as opções

² O projeto IPEC ‘Investigação e práticas lectivas em Educação em Ciência: Dinâmicas de interacção’ foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (POCI/CED/58825/2004).

metodológicas do estudo, o caso estudado e os procedimentos de recolha e análise dos dados; *iii*) a análise e discussão de evidências da operacionalização de princípios de DC pelo G2 do projeto IPEC; e *iv*) considerações finais.

5.2. Perspetivas atuais relativas ao desenvolvimento curricular

Nesta secção apresenta-se uma análise da literatura que permitiu fazer emergir seis princípios de DC, embora se reconheça que outros poderiam ser identificados. Destaca-se que os princípios apresentados constituíram a base para a proposta de um instrumento de análise de dados empíricos, explorado na fase de análise e discussão dos resultados do presente estudo.

O tradicional associar do currículo a uma listagem de disciplinas e/ou conjunto de conhecimentos a ser ensinado é atualmente considerado limitador e desadequado (Kelly, 2009). Roldão (1999) defende que o termo currículo engloba, por um lado, um conjunto de aprendizagens que se espera que a Escola promova e garanta a todos os cidadãos, consideradas socialmente desejáveis e necessárias, num dado contexto espacial, temporal e cultural. Por outro lado, o currículo abrange ainda o modo, o caminho, a organização e a metodologia que a Escola/professores, responsáveis por gerir o currículo, colocam em marcha para a consecução dessas aprendizagens. É este nível de DC que é objeto de interesse deste estudo.

Da literatura na área da Teoria e Desenvolvimento Curricular consultada (nomeadamente, Gaspar & Roldão, 2007; Kelly, 2009; Pacheco, 2005; Pedretti & Nazir, 2011) emergiu que o DC, particularmente ao nível micro, deve privilegiar vários princípios inter-articulados. Assim, realça-se que o DC deve ser um processo:

- i) descentralizado, i.e. de responsabilidade distribuída por diferentes níveis de gestão curricular, de forma a não limitar e condicionar a ação dos atores educativos mais diretamente envolvidos no desenvolvimento do currículo, os professores e alunos (Anderson & Rogan, 2011; Kelly, 2009; Pacheco, 2005);
- ii) flexível e que permita diferenciar o ensino consoante as necessidades educativas de cada aluno (Gaspar & Roldão, 2007; Gould, 2012; Kärkkäinen, 2012; Trindade, Carmo, & Bidarra, 2000);
- iii) que requer capacidade reflexiva do professor, permitindo-lhe tomar decisões curriculares adequadas, assim como melhorar a sua própria prática (Cruz, 2010; Ghaye, 2010; Schön, 1983);

- iv) contextualizado (Gaspar & Roldão, 2007; Leite, 2010) numa abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), no caso da EC, e que envolva o aluno na aprendizagem visada (Bennett, Lubben, & Hogarth, 2007; Pedretti & Nazir, 2011);
- v) curricularmente integrado, de forma multi, inter ou transdisciplinar (Collin, 2009; Drake, 2012; Nargund-Joshi & Liu, 2013);
- vi) que envolve fases iterativas de conceção, implementação e avaliação (Gaspar & Roldão, 2007; McKenney, Nieveen & Akker, 2006).

Diversas articulações entre os diferentes princípios de DC podem ser identificadas, conforme ilustra a fig. 1.

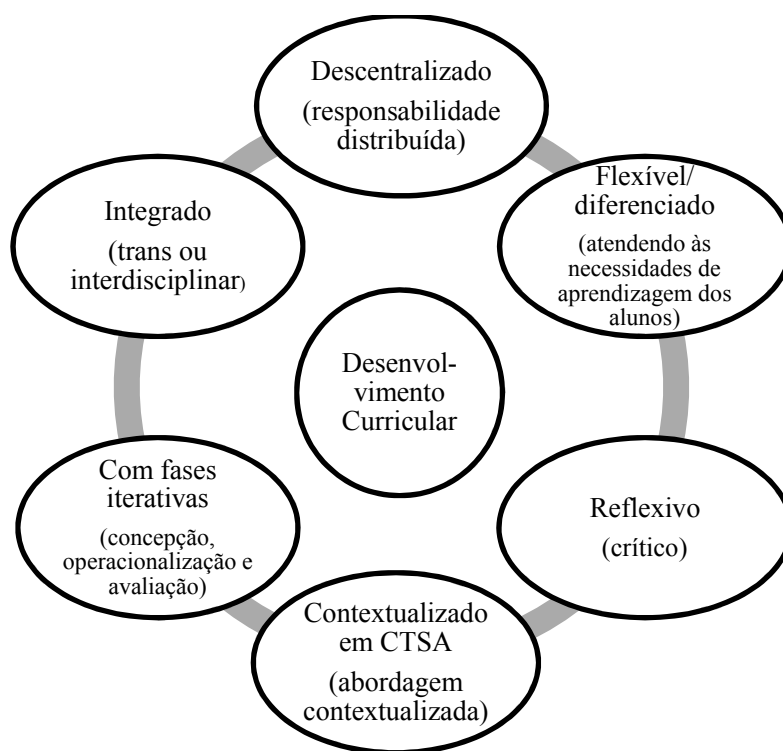


Figura 1 - Síntese esquemática dos princípios de desenvolvimento curricular

E.g., o princípio do DC descentralizado inter-relaciona-se com o da flexibilidade e diferenciação. Num extremo, um poder de decisão curricular centrado no professor, ou instituição educativa, possibilita uma elevada flexibilização e diferenciação curricular. Contudo, pode conduzir a oportunidades de acesso a aprendizagens muito distintas no seio de uma mesma sociedade. No extremo oposto, um poder de decisão curricular centrado no poder educativo nacional conduz a um currículo prescrito, inflexível e que

limita as oportunidades de adequar o currículo às necessidades dos alunos (Akker, 2003). Numa situação intermédia, a distribuição da responsabilidade pela decisão curricular permite uma flexibilidade guiada por referentes nacionais na construção do projeto curricular em cada situação educativa específica.

O princípio do DC descentralizado inter-relaciona-se ainda com o reflexivo, uma vez que um currículo cuja responsabilidade de decisão curricular se restringe ao poder central nacional permite ao professor um baixo nível de reflexividade. E.g. nessa situação, o professor poderá manifestar apenas uma consciencialização da ação, descrevendo-a e interpretando-a (Cruz, 2010; Ghaye, 2010), contudo, não lhe será permitido fundamentar a ação na literatura ou experiência prévia, devido ao facto desta ser fundamentada nos normativos educativos centrais. Nesse caso, também não haverá grande espaço para reformular a ação (Cruz, 2010; Gaspar & Roldão, 2007; Schön, 1983), dado que esta é ditada por referentes obrigatórios a nível nacional.

Por outro lado, também se pode identificar uma articulação entre os princípios reflexivo e flexível e diferenciado, dado as competências reflexivas poderem ser úteis na adequação do projeto curricular definido às necessidades educativas dos alunos (Drake, 2012; Gaspar & Roldão, 2007; Gould, 2012; Trindade, Carmo, & Bidarra, 2000). Da mesma forma, o princípio do DC reflexivo encontra-se em estreita articulação com o das fases iterativas, uma vez que as competências reflexivas dos docentes são centrais nesse processo cíclico, de avanços e retrocessos na análise e melhoria de um projeto educativo específico (McKenney, Nieveen & Akker, 2006; Gaspar & Roldão, 2007).

Também em articulação estão o princípio de DC integrado e contextualizado em situações problemas de natureza CTSA. A literatura recomenda um currículo integrado, que de alguma forma interliga diversas disciplinas (Drake, 2012), particularmente através de projetos baseados em questões problemáticas reais, problemas pessoais ou experiências pessoais (Nargund-Joshi & Liu, 2013). De acordo com Stoica e colegas (2012) esta abordagem parece ter um impacto positivo na aprendizagem dos alunos, apesar da amostra reduzida utilizada no seu estudo.

5.3. Metodologia

Esta secção apresenta as opções metodológicas do estudo efetuado, desde o seu desenho e natureza, passando pela seleção e caracterização do caso, assim como os procedimentos de recolha e análise dos dados.

Tendo em conta a questão de investigação definida e o facto de não se terem identificado estudos semelhantes na literatura, optou-se por uma investigação qualitativa e exploratória (Yin, 2009). Adicionalmente, a contemporaneidade do fenómeno a estudar, no âmbito de um contexto de vida real e sem controlo por parte dos investigadores justificam a opção por um estudo de caso único (Yin, 2009). Esta opção permite o aprofundar da compreensão do caso selecionado: a operacionalização dos princípios de DC pelo G2 do projeto IPEC, que constituiu uma CoP *online* envolvendo professores e investigadores no contexto de EC (Marques, 2008). O grupo desenvolveu colaborativamente um módulo curricular e era constituído por cinco professoras de ciências (quatro de 'Biologia e Geologia' e uma de 'Física e Química'³), referidas aqui como ProfA, ProfB, ProfC, ProfD e ProfE, e três investigadores em Educação, referidos como Inv1, Inv2 e Inv3.

Todas as professoras tinham pós-graduações e vários anos de experiência de ensino (de 11 a mais de 21), variando as suas idades entre os 36 e os 55 anos. Os investigadores eram todos doutorados e com larga experiência de investigação (mais de 20 anos). A interação entre os membros incluiu reuniões presenciais, porém, decorreu predominantemente *online*, através de uma plataforma. Para mais informação em relação ao projecto, seus participantes e processo de seleção do G2, consultar L. Marques e colegas (2008), Marques (2008) e M. Marques e colegas (2008).

A recolha de dados realizou-se através de observação direta não participante (mediada pela plataforma *online*) e análise documental (Quivy & Campenhoudt, 1998), durante o período de interação da CoP. Desta forma, o *corpus* de análise foi constituído pelas mensagens dos fóruns de discussão *online* do grupo; os documentos anexos às mensagens desses fóruns; os documentos partilhados através da ferramenta 'troca de ficheiros' do grupo; os artigos publicados pelos seus membros (Fernandes *et al.*, 2009; Morgado *et al.*, 2008; Pinto *et al.*, 2009); e os relatórios de reflexão individual das docentes do grupo, que incluem as planificações e materiais curriculares implementados.

Triangularam-se os dados recolhidos em diversas fontes (Given, 2008) com o intuito de elaborar uma tabela comparativa da planificação geral de consenso, publicada por Pinto e colegas (2009), com as planificações apresentadas nos relatórios das docentes (ver tab. 6 no apêndice 1). Assim, esta tabela permitiu uma visualização geral da natureza da planificação, evidenciar as adaptações efetuadas por cada docente, assim como a flexibilidade do módulo desenvolvido.

³Em Portugal, os professores de Ciências dividem-se, desde a sua formação inicial, em dois grupos: os que são qualificados para ensinar disciplinas de Biologia e Geologia; e os que são qualificados para ensinar disciplinas de Física e Química.

O *corpus* de análise acima mencionado foi sujeito a análise de conteúdo (Bardin, 1991). Seguiu-se uma abordagem dedutiva na definição dos seis princípios de DC considerados, cada um correspondendo a uma categoria de análise. O princípio referente à reflexividade não foi aprofundado neste contributo, dado ter sido objeto de um estudo anterior (Cruz, 2010)

As tab. 1 a 5 dizem respeito aos restantes princípios/categorias de análise. Para facilitar a análise, definiram-se indicadores/sub-categorias e respetivas descrições com base em autores de referência, os quais se identificaram entre parênteses nas tabelas (note-se que as ideias principais são destacadas com letra sublinhada no texto descritivo-interpretativo). Deste modo, a análise dedutiva, foi enriquecida com elementos indutivos.

Durante o processo de análise de conteúdo, o esquema foi complementado com elementos oriundos dos dados empíricos recolhidos (que nas tab. 1 a 5 surgem destacados com letra a **negrito**). Para cada uma das sub-categorias, procurou-se apresentar citações do *corpus* de análise que as ilustram e se constituem como evidências de que a CoP operacionalizou o respetivo princípio.

Destaca-se ainda que, apesar de se reconhecer que os princípios de DC sugeridos neste estudo se encontram estreitamente articulados e em interação (conforme se evidencia na fig. 1), procurou-se definir categorias e sub-categorias exclusivas, i.e. sendo cada unidade de categorização incluída corretamente apenas numa (Bardin, 1991).

Na secção seguinte apresentam-se e discutem-se os resultados da análise de conteúdo, descrita neste ponto. A análise de conteúdo foi inicialmente realizada pela primeira autora deste estudo e revista pelos restantes autores. Discrepâncias relacionadas com a inclusão nas categorias foram discutidas e resolvidas por consenso.

5.4. Evidências da operacionalização dos princípios orientadores de desenvolvimento curricular por uma comunidade de prática online

Esta secção inicia-se com uma breve contextualização do módulo curricular desenvolvido por uma CoP *online* do IPEC e do processo do seu desenvolvimento. Contudo, o principal objetivo é a apresentação da validação empírica do instrumento explorado neste estudo, ilustrando os princípios analisados com evidências provenientes da triangulação de dados oriundos de diferentes fontes de informação.

O G2 planificou um módulo curricular sobre ‘Exploração sustentada de recursos geológicos’. O módulo foi implementado com turmas do 11º ano (alunos com 16/17

anos). Mais especificamente, o grupo desenvolveu uma saída de campo curricularmente integrada (Marques & Praia, 2009; Orion, 2007) que envolveu a visita a uma pedreira portuguesa (Pinto *et al.*, 2009). A principal questão a ser respondida pelos alunos era ‘Como explorar recursos geológicos de forma sustentada na Pedreira da Quinta do Moinho?’.

A primeira versão do módulo curricular foi implementada por uma das professoras, a ProfC. Após esta implementação inicial, a CoP avaliou, redesenhou e inclusive adaptou o módulo a uma pedreira diferente, de forma a se adequar melhor à realidade educativa de uma das professoras. As restantes professoras (ProfA, ProfB, ProfD e ProfE) implementaram as suas versões modificadas do módulo, tendo esta segunda implementação sido também avaliada. Sumariamente, conforme reportado em (Marques, Loureiro, & Marques, submetido), o grupo desenvolveu dois ciclos de ação-investigação durante os dois anos de interação.

Segue-se a exploração do instrumento de análise proposto com base na literatura, integrado com as evidências empíricas oriundas do *corpus* de análise recolhido, referentes aos cinco princípios de DC aprofundados neste contributo.

5.4.1. Princípio do desenvolvimento curricular descentralizado

Em Portugal tem-se progredido de um poder de decisão curricular centralizado no poder educativo nacional para o respeito pelo princípio da descentralização da responsabilidade do DC (ver tab. 1). No caso do G2, a responsabilidade pelo DC foi descentralizada, como evidencia a tab. 1.

Tabela 1 – Evidências empíricas de operacionalização do princípio de DC descentralizado, emergente da literatura.

Indicador/ sub-categoria	Descrição	Exemplo do corpus de análise
Decisão curricular partilhada pelo poder central e regional/local. (Pacheco, 2005; Martins, 2012; Gaspar e Roldão, 2007)	Menciona que as decisões curriculares dos docentes (poder regional/ local) estão balizadas por determinações do Ministério da Educação (poder central).	‘Da leitura que fiz do programa da disciplina (...) considero que os alunos devem desenvolver - na área da sustentabilidade - competências do domínio do saber ciência (...)’ (Fórum: Plano de Trabalho do G2; Data: 2007/03/06; Autor: ProfA).
Decisão curricular partilhada entre professores. (Anderson & Rogan, 2011; Kelly, 2009; Pacheco, 2005)	Reconhece que as decisões curriculares são/ podem ser detidas por um grupo de professores que colaboram entre si (da mesma escola ou de escolas diferentes).	‘os professores [do G2, que lecionam em escolas diferentes] foram trocando impressões sobre possíveis atividades a desenvolver com os alunos aquando duma visita de estudo’ (Ata da reunião de 2007/04/02, p.1; Autor: ProfD).

Indicador/ sub-categoria	Descrição	Exemplo do corpus de análise
Decisão curricular apoiada por agências externas/facilitadores externos. (Kelly, 2009; Pacheco, 2005; Akker 2003)	Reconhece que as decisões curriculares são/ podem ser apoiadas por especialistas/ investigadores em Educação ou da área científica das áreas curriculares.	‘Na saída de campo à Pedreira da Quinta do Moinho contámos com a presença do Engenheiro ... (Universidade do Porto) e na saída de campo à Pedreira da Feifil contámos com a presença do Professor Doutor ... (Universidade de Aveiro) , que apresentaram os fundamentos teóricos que nos ajudaram a enquadrar geologicamente as pedreiras em estudo nos contextos regionais em que se encontravam integradas’ (relatório ProfA, p.8).
Decisão curricular inclui contributos dos alunos. (Pacheco, 2005; Kelly, 2009)	Reconhece que as decisões curriculares podem tomar em consideração sugestões/ interesses dos alunos envolvidos no projeto curricular em desenvolvimento.	‘Esta recolha [de informações sobre duas pedreiras locais], genericamente, foi orientada pelo guião que tinham da pedreira da Madalena, pese os alunos terem liberdade para pesquisarem outros aspetos que achassem relevantes ’. (Fórum: G2 no ano 07/08; Data: 2008/05/22; Autor: ProfD).
Decisão curricular inclui contributos dos pais /cuidadores dos alunos. (Pacheco, 2005; Kelly, 2009)	Reconhece que as decisões curriculares podem tomar em consideração sugestões dos pais/cuidadores dos alunos envolvidos.	Nenhum exemplo no conjunto de dados documentais recolhido.

Os indicadores presentes nesta tabela, que se refere à categoria do princípio de DC descentralizado, baseiam-se na literatura. E.g., posicionando-se a favor da descentralização, Pacheco (2005) considera que o DC requer a colaboração e cooperação entre diversos atores com distintos pontos de vista sobre o processo de ensino e aprendizagem e que detêm poderes, explícitos ou implícitos, de decisão curricular. Deste modo, recomenda-se que a responsabilidade pela decisão acerca do currículo esteja distribuída entre o poder central (macro) e o regional/local (meso/micro) (Gaspar & Roldão, 2007; Martins, 2012). Akker (2003) é mais específico, pois indica que os documentos curriculares oriundos do poder central geralmente focam-se na racionalidade educacional adotada, nas finalidades e objetivos a serem atingidos, no conteúdo a ser estudado e, por vezes, delineiam inclusive cargas horárias para diferentes disciplinas. Às escolas e professores o autor reconhece a responsabilidade pelas atividades de aprendizagem, a definição do papel do professor e a escolha dos recursos de aprendizagem. Este indicador foi identificado nos dados empíricos deste estudo, uma vez que diversos membros do G2 explicitaram o facto das orientações definidas nos programas curriculares das disciplinas científicas, oriundos do Ministério da Educação, constituírem as balizas do seu DC, como ilustra a seguinte citação: ‘iremos colocar numa

tabela os conteúdos conceptuais relativos aos programas das disciplinas de Biologia/Geologia e Física e Química que irão ser abordados' (Fórum:G2 no ano 07/08; Data: 2008/04/04; Autor: ProfB e ProfE).

Numa abordagem que valoriza a decisão ao nível local, Kelly (2009) recomenda um *school-based* DC. Este requer agentes de mudança no interior da escola que, e.g., organizem parcerias com agências externas (Kelly, 2009) ou facilitadores externos (Akker, 2003) para apoiar grupos de docentes envolvidos em iniciativas específicas de cariz inovador. Como vantagens desta opção Kelly apresenta: *i*) evita os problemas da disseminação da inovação imposta centralmente; *ii*) atribui liberdade ao professor e aluno, potenciando a adequação às necessidades de aprendizagem destes últimos; e *iii*) visão da escola como uma instituição social humana, que se desenvolve autonomamente. Mais recentemente, Anderson e Rogan (2011) recomendam que o processo de DC seja realizado em grupo pelos professores de uma instituição ou em comunidades de aprendizagem. Também estes dois indicadores se verificaram, pois os dados revelaram que diversos docentes, membros do G2 e também colegas das suas escolas (para mais detalhes sobre este aspeto consultar Marques, Loureiro, & Marques, 2011), partilharam ideias sobre possíveis atividades, materiais, etc., com o intuito de desenvolver o módulo curricular: 'Durante a visita [à pedreira onde se iria realizar a visita de estudo] os professores [do G2] foram trocando impressões sobre possíveis atividades' (Ata da reunião de 2007/04/02, p.1; Autor: ProfD); 'tendo conseguido que os professores a lecionar o 11º ano de Biologia e Geologia [na minha escola], tenham discutido e adotado os mesmos materiais' (Relatório ProfE, p.17). A recomendação do apoio de agências externas às escolas onde os professores lecionavam concretizou-se através das sugestões e recomendações efetuadas pelos próprios investigadores do G2, assim como pelas orientações dadas pelos diferentes peritos a quem solicitaram apoio. Desta forma, contribuíram para a validade científica e didática do módulo curricular: 'procurei integrar já algumas sugestões/recomendações dadas pelo Inv1 na proposta de planificação que agora aqui deixo' (Fórum:Plano de Trabalho do G2; Data: 2007/04/24; Autor: ProfA).

Numa visão do DC que visa o desenvolvimento humano, pressupõe-se um papel ativo do aluno e 'requires a curriculum which the pupils themselves have a right to comment on and contribute to' (Kelly, 2009, p.90), contribuindo para a sua capacitação individual. A tab. 1 revela que este aspeto também esteve presente no DC da CoP, contudo, com maior intensidade no seu segundo ano de interação. E.g.: 'Dois dos grupos

[de alunos] sugeriram novas questões, as quais foram introduzidas no guia de campo'. (Fórum: G2 no ano 07/08; Data: 2008/05/29; Autor: ProfA).

Kelly (2009) apoia ainda o direito à negociação do currículo pelos pais/cuidadores dos alunos envolvidos, tendo sido este o único indicador deste princípio para o qual não foram encontradas evidências nos dados empíricos.

Pelo acima apresentado, a tab. 1 revela que se identificaram evidências relativas à maioria dos indicadores do princípio de DC de responsabilidade distribuída, pelo que os dados indicam que a CoP operacionalizou o referido princípio.

5.4.2. Princípio do desenvolvimento curricular flexível e diferenciado

Este princípio requer uma gestão do processo de ensino e aprendizagem adequado a cada contexto educativo, considerando as necessidades do aprendente, a relevância das aprendizagens para o mesmo e as diferenças de prontidão, interesse e perfis de aprendizagem dos diferentes alunos (Drake, 2012; Gould, 2012; Subban, 2006). Guest (2005) distingue duas dimensões da prática moderna de aprendizagem flexível: *i*) centrada no aluno, em que se atribui alguma autonomia ao aluno na decisão acerca do seu processo de aprendizagem, e *ii*) os arranjos institucionais visando o referido desenvolvimento de aprendizagem centrada no aluno. Neste trabalho interessa analisar a flexibilidade no âmbito da dimensão centrada no aluno, pois é aquela que o professor pode introduzir, ou não, nas suas práticas letivas. Assim, a tab. 2 apresenta as evidências empíricas do G2 relativas à categoria do princípio do DC flexível e diferenciado.

Tabela 2 – Evidências empíricas de operacionalização do princípio de DC flexível e diferenciado, emergente da literatura.

Indicador/ sub-categoria	Descrição	Exemplo do corpus de análise
Avaliação diagnóstica. (Gould, 2012)	Identifica os níveis atuais de conhecimentos, etc. prévios dos alunos, relacionados com as aprendizagens a realizar.	'debate/discussão dos principais conceitos acerca dos processos relacionados com a formação das rochas magmáticas (leccionados na unidade programática anterior) e a utilização que o Homem faz dos recursos geológicos' (Relatório ProfC, p.8).
Negociação com os alunos de tarefas/ produtos/ etc. relativos à sua aprendizagem. (Gould, 2012; Guest, 2005)	Permite ao aluno efetuar escolhas entre diferentes tarefas/ produtos/ etc., relativos a determinada aprendizagem.	'Os alunos mostraram-se bastante motivados e envolvidos nas atividades, exceto o grupo que ficou com o aterro de resíduos, pois foram os últimos a escolher ' (Fórum: Plano de Trabalho do G2; Data: 2007/05/17; Autor: ProfC).
Previsão de estratégias de ensino e aprendizagem alternativas.	Define ações/ processos de ensino e aprendizagem diferentes para alunos com necessidades de	'uma primeira versão [do guião de campo do aluno] diferente do que se costuma fazer, em que cada grupo realiza apenas as atividades propostas para uma das

Indicador/ sub-categoria	Descrição	Exemplo do corpus de análise
(Gaspar & Roldão, 2007; Gould, 2012; Trindade, Carmo, & Bidarra, 2000)	aprendizagem/ interesses distintos.	paragens. Na discussão é que todos tomam nota sobre o trabalho dos restantes grupos'. (Fórum: Plano de Trabalho do G2; Data: 2007/04/12; Autor: ProfE).
Permissão de diferentes ritmos de progressão aos alunos. (Gould, 2012)	Os processos e sequências de ensino e aprendizagem alternativos permitem diferentes ritmos de progressão aos alunos.	'Os alunos que realizaram as atividades relativas ao "Aterro de Resíduos Inertes" e "A exploração de recursos e o Ordenamento do território" acabaram as tarefas ligeiramente mais cedo.' (Fórum: G2 no ano 07/08; Data: 2008/05/26; Autor: ProfE).
Previsão de estratégias/ produtos de avaliação alternativos. (Gould, 2012; Gaspar & Roldão, 2007)	Define ações/ processos/ produtos de avaliação diferentes para alunos com processos de aprendizagem distintos.	'No próximo dia 30, sexta, vão as turmas do 11º, que foram à pedreira, reunirem-se em plenário no auditório e apresentarem o resultado do seu trabalho; os meus alunos irão fazer um ponto da situação no que diz respeito às pedreiras da região, face à pedreira da Madalena' (Fórum: G2 no ano 07/08; Data: 2008/05/22; Autor: ProfD).
Abertura à reconstrução do projeto curricular inicial. (Gaspar & Roldão, 2007).	Altera aspeto(s) do projeto curricular em função da sua realidade educativa (dificuldades de aprendizagem dos alunos, seus interesses, prioridades educativas da sua escola, etc.).	'Fiquei de adaptar a planificação (...) à turma que vai efetuar a saída. (...) constatei que o tempo não é demasiado. (...) tentei sobretudo na fase de preparação, encurtar algumas das atividades' (Fórum: Plano de Trabalho do G2; Data: 2007/04/24; Autor: ProfC).

Numa análise da literatura sobre flexibilidade curricular (e.g., Gould, 2012; Higham & Yeomans, 2007; Kay & Gluga, 2009; Trindade, Carmo, & Bidarra, 2000), embora esta seja recomendada, não se encontram trabalhos que a caracterizem e que permitam reconhecê-la quando ocorre. Contudo, ao nível da dimensão centrada no aluno, é possível inferir alguns aspetos da flexibilidade curricular, como identificar níveis de sucesso académico corrente para adequar o ensino alinhado com esses níveis (Gould, 2012); negociar tarefas/produtos/etc. com os alunos (Gould, 2012; Guest, 2005); utilização de estratégias de ensino alternativas (Drake, 2012; Gaspar & Roldão, 2007; Gould, 2012; Trindade, Carmo, & Bidarra, 2000), permitir aos alunos progredir através do currículo a diferentes ritmos (Gould, 2012) e permitir uma avaliação diversificada (Gould, 2012).

A tab. 2 revela que foi possível identificar nos dados recolhidos alguns dos elementos acima referidos. A realização da avaliação diagnóstica, como já referido anteriormente (Marques, Loureiro, & Marques, aceite), parece ter sido realizada implicitamente por todas as professoras através das atividades de debate/ discussão

iniciais, e.g. 'os alunos explicitaram e discutiram as suas ideias em relação à extracção de recursos geológicos' (Relatório ProfE, p.8). Contudo, reconhece-se que as evidências apresentadas em relação a este indicador são fracas, dado *i*) terem resultado de interpretações subjetivas; *ii*) as professoras não terem apresentado aos restantes elementos da CoP uma descrição dos resultados da sua avaliação diagnóstica e *iii*) as professoras não terem explicado quais as alterações efetuadas perante esses resultados.

Os dados revelaram que algumas docentes negociaram aspetos do processo de aprendizagem com os alunos, como a escolha dos temas a aprofundar durante o módulo curricular. Contudo, tal aspeto não foi comum a todas: 'foram sorteados os tópicos do guião pelos diferentes grupos (uma vez que não chegaram a acordo).' (Fórum: G2 no ano 07/08; Data: 2008/05/26; Autor: ProfE). Também se evidenciou que houve previsão de estratégias de ensino e aprendizagem alternativas, pois o módulo curricular previa que cada grupo de alunos investigasse um aspecto específico dentro do projeto global da turma, podendo optar pelos seus próprios percursos investigativos na pesquisa, análise e tratamento da informação, na análise do material recolhido na pedreira, assim como nas atividades de campo. A citação que se segue ilustra estes aspetos: '[referindo-se ao guião de campo] O facto de propor atividades diferenciadas, e de natureza diferente para os vários Grupos [de alunos], permite uma articulação saudável de atividades mais académicas (Secção "O Recurso Geológico") com outras mais contextualizadas socialmente (Secção "A Exploração de Recursos e Ordenamento do Território" ou a própria "Entrevista")' (Fórum: Plano de Trabalho do G2; Data: 2007/04/24; Autor: Inv1). Neste aspeto, o DC do G2 contrasta com a literatura consultada, dado parecer ser frequente os professores planificarem uma cronologia de atividades educativas sequenciais, mas não preverem dificuldades dos alunos nem planificarem estratégias diversificadas, alternativas e adaptáveis aos alunos em função das suas reações (Herbert *et al.*, 2003; Leite, 2010; Lucas & Vasconcelos, 2005).

O G2 revelou alguma flexibilidade no que diz respeito aos diferentes ritmos de aprendizagem dos grupos de alunos. De facto, e.g., na fase pós-saída de campo prevê-se que 'Os grupos de trabalho organizam as informações que recolheram [durante a saída de campo] para posteriormente [na aula seguinte] apresentarem à Turma' (Relatório ProfB, p.19). Assim, os alunos tiveram a oportunidade de se reunir após as aulas para completar os seus trabalhos, caso o tempo disponibilizado em sala de aula não tivesse sido suficiente para todos os grupos de alunos.

Não se encontraram evidências relativas à previsão de estratégias/produzidos de avaliação alternativos, o que não é surpreendente, dado a avaliação ter sido um aspeto

no qual a própria CoP reconheceu ter tido dificuldades (Marques, Loureiro, & Marques, 2011, submetido).

Outro aspeto revelador da flexibilidade do DC no seio da CoP foi a sua abertura à reconstrução do projeto curricular inicial, para melhor se adequar à realidade educativa de cada professora que o implementou (Gaspar & Roldão, 2007), e.g. ‘os materiais didáticos construídos foram implementados num estudo prévio [implementação da ProfC], com o intuito de recolher dados relevantes (...) que sustentem ajustes (...) antes de serem implementados no estudo principal [implementação das ProfA, ProfB, ProfD e ProfE]’ (Relatório ProfA, p.16). A tab. 6 (apêndice 1) apresenta evidências complementares deste indicador de flexibilidade do módulo curricular desenvolvido pelo G2 (ver Pinto *et al.*, 2009). Diversas alterações introduzidas foram comuns, e.g. antes da primeira atividade de pesquisa na Internet, as professoras ProfA, ProfD e ProfE organizaram uma discussão de conceitos previamente lecionados em Geologia (pré-requisitos) como forma de iniciar a contextualização do módulo. Contudo, outros aspetos adaptativos foram exclusivos, e.g. a ProfA solicitou aos alunos que propusessem novas questões para incluir no seu guião de campo, a ProfB implementou o módulo em co-docência com um professor da sua escola, a ProfD organizou com colegas da sua escola um plenário aberto à comunidade educativa local para apresentação dos trabalhos dos grupos de alunos e a ProfE integrou o módulo curricular do G2 num contexto de estudo da Geologia mais abrangente e contextualizado no meio próximo da sua escola.

Pelo acima apresentado, os dados revelaram evidências empíricas referentes a vários indicadores presentes na tab. 2, relativos ao princípio de DC flexível e diferenciado. Outras são mais frágeis, dado o grupo não ter explicitado claramente a intenção de que a flexibilidade, e.g. em percursos de aprendizagem, constituísse resposta para diferentes necessidades educativas dos alunos. O indicador com maior suporte empírico foi a ‘abertura à reconstrução do projeto curricular inicial’.

5.4.3. Princípio do desenvolvimento curricular contextualizado

Uma forma de concretizar a contextualização no DC em EC envolve a adoção de uma abordagem baseada no contexto ou Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Uma revisão sistemática da literatura, realizada por Bennett e colegas (2007), revelou que abordagens de ensino que enfatizam a utilização de contextos e aplicações da Ciência, como ponto de partida para a aprendizagem, melhoram as atitudes dos alunos em relação à Ciência e à ciência escolar, sem prejudicar a aprendizagem da Ciência. Parece assim desejável que a escola apoie e motive aprendentes ativos com

contextos ricos para a aprendizagem da Ciência.

Recorreu-se às abordagens CTSA propostas na revisão de literatura de Pedretti e Nazir (2011) para a definição de sub-categorias de análise do princípio de DC contextualizado e respetivas evidências empíricas, que se apresentam na tab. 3. Destaca-se que as autoras procuraram identificar e caracterizar seis abordagens de CTSA que permitissem, e.g., aos professores informar as suas próprias escolhas e práticas. Deste modo, um determinado módulo curricular pode classificar-se como sendo contextualizado em CTSA quando nesse se identificam evidências relativas a apenas um único indicador.

Tabela 3 – Evidências empíricas de operacionalização do princípio de DC contextualizado em CTSA, emergente da literatura.

Indicador/ sub-categoria	Descrição	Exemplo do corpus de análise
Questão-problema de natureza científico-tecnológica utilitária. (Bennett, Lubben, & Hogarth, 2007; Pedretti & Nazir, 2011)	Define/ negocia com os alunos uma situação-problema que requer desenvolver uma nova tecnologia ou modificar uma tecnologia existente.	Nenhum exemplo no conjunto de dados documentais recolhido.
Casos históricos de desenvolvimento de ideias científicas ou sobre o trabalho de cientistas específicos. (Pedretti & Nazir, 2011)	Define uma situação ou problema que envolve a análise do desenvolvimento de ideias científicas ou o trabalho de cientistas específicos.	Nenhum exemplo no conjunto de dados documentais recolhido.
Questão-problema socio-científico-tecnológica controversa. (Pedretti & Nazir, 2011; Bennett, Lubben, & Hogarth, 2007)	Define/ negocia com os alunos uma situação-problema controversa que requer raciocínio lógico e visa potenciar a capacidade de compreensão do alunos e/ou de tomada de decisão.	'Os professores (PFQ) (PBG) colocam à Turma a seguinte questão: Como explorar recursos geológicos de uma forma sustentada na Pedreira da Quinta do Moinho? e sugerem aos grupos de trabalho que procurem dar respostas para esta questão'. (Relatório ProfB, p.16).
Questão-problema socio-científico-tecnológica que aborda explicitamente aspetos éticos. (Pedretti & Nazir, 2011)	Define/ negocia com os alunos uma situação-problema que aborda explicitamente a ética e os raciocínios morais envolvidos na mesma.	Nenhum exemplo no conjunto de dados documentais recolhido.
Questão-problema socio-científico-tecnológica que aborda explicitamente questões culturais. (Pedretti & Nazir, 2011)	Define/ negocia com os alunos uma situação-problema que aborda explicitamente o reconhecimento de outras formas de saber.	Nenhum exemplo no conjunto de dados documentais recolhido.
Questão-problema socio-científico-	Define/ negocia com os alunos uma situação-	'Os alunos consideram, também, que esta atividade de trabalho de campo os ajudou

Indicador/ sub-categoria	Descrição	Exemplo do corpus de análise
-tecnológica-ambiental para o desenvolvimento de cidadania ativa. (Pedretti & Nazir, 2011)	-problema que requer considerar fatores políticos, económicos e ambientais na sua análise crítica e tentativa de resolução.	a sensibilizar mais para os problemas da sustentabilidade dos recursos geológicos na região de Viseu'. (Relatório ProfA, p.20)

A abordagem científico-tecnológica utilitária reconhecida por Pedretti e Nazir (2011) destaca a relação Sociedade-Tecnologia e baseia-se numa situação-problema de natureza utilitária através do desenvolvimento de uma nova tecnologia ou da modificação de tecnologia existente. A abordagem histórica destaca a Ciência como empreendimento humano, com base na compreensão da vertente histórica e sócio-cultural das ideias científicas e do trabalho dos cientistas. As autoras admitem também a abordagem centrada no valor, que foca o reconhecimento explícito da vertente ética e moral associada à análise da situação-problema, destacando a faceta humana da Ciência e Tecnologia. Outra abordagem que identificam é a sociocultural, que enfatiza a Ciência e Tecnologia como atividades embebidas na cultura das sociedades onde se desenvolvem e reconhece que a Ciência não é a única forma de conhecimento. Desta forma não se alienam alunos de origens culturais não ocidentais. Nenhuma destas tipologias de questões CTSA foi o ponto de partida para a aprendizagem no DC da CoP analisada.

A abordagem do raciocínio lógico relaciona-se com a análise de questões socio-científicas controversas, visando o potenciar da compreensão científica dos alunos sobre essas questões e o apoio à tomada de decisão sobre as mesmas (Pedretti & Nazir, 2011). Os dados revelaram que o G2 apresentou uma situação-problema de natureza científica, relacionada com a sustentabilidade da exploração de uma pedreira (ver tab. 3), como ponto de partida para a aprendizagem. A situação-problema proposta pela CoP é controversa, dado requerer a análise crítica de argumentos de diferentes *stakeholders* e ser solicitada a tomada de posição fundamentada por parte dos próprios alunos, conforme ilustram alguns indicadores de aprendizagem definidos pela CoP: 'Emite opinião fundamentada acerca das vantagens e desvantagens da extração de recursos geológicos, para o Homem e para o ambiente. Explicita o seu ponto de vista relativamente à necessidade do Homem respeitar os recursos geológicos. Apresenta o seu ponto de vista relativamente à necessidade de requalificação de áreas ocupadas por antigas Pedreiras'. (Relatório ProfA, p.27).

A última abordagem reconhecida por Pedretti e Nazir (2011), designada de *socio-eco justice*, coloca o foco na análise crítica e resolução de problemas relacionados com

o impacto da Ciência e Tecnologia na Sociedade e Ambiente. Requer que os alunos considerem fatores políticos, económicos e ambientais. Tal aspeto verificou-se no DC do G2, conforme realça o seguinte: 'Os alunos tiveram, também, oportunidade de consultar legislação (...) que regulamenta a exploração e aproveitamento de massas minerais, sendo dada ênfase aos artigos que visavam a minimização do impacte ambiental e o ordenamento do território'. (Relatório ProfA, p.18/19). Nesta corrente o intuito é o desenvolvimento de competências necessárias à transformação da sociedade e cidadania ativa (Pedretti & Nazir, 2011). Este indicador foi reconhecido no módulo curricular do G2, no aspeto de ter havido uma preocupação explícita com a promoção de atitudes de cariz ecológico nos alunos, e.g. ilustrado com a seguinte citação: 'Avaliação das aprendizagens dos alunos: (...) promoção de uma sensibilidade ambiental (atitudes)'. (Apresentação eletrónica usada no encontro final do IPEC; slide 22; Data: 2008/09/19; Autor: G2). Pedretti e Nazir (2011) reconhecem ainda que uma origem pertinente dos problemas CTSA a analisar é baseado no local, i.e. do contexto imediato do aluno. Tal constatou-se no DC da CoP, dado as pedreiras selecionadas se situarem em zonas próximas das escolas onde o módulo curricular foi implementado.

Pelo acima apresentado, conclui-se haver evidências relativas a dois indicadores do princípio de DC contextualizado no CSTA, pelo que se verificou que a CoP operacionalizou este princípio.

5.4.4. Princípio do desenvolvimento curricular integrado

Este princípio contrapõe-se à crescente especialização disciplinar da sociedade atual e valoriza a integração de diferentes disciplinas, de forma a permitir lidar com problemas cuja complexidade transcende um conhecimento disciplinar específico (Collin, 2009). Deste modo, baseia-se no argumento de que não basta uma lente disciplinar para compreender o mundo (Drake, 2012). A literatura geralmente reconhece três formas de integração disciplinar: *i)* multidisciplinaridade, na qual especialistas de diferentes disciplinas trabalham independentemente em diferentes aspetos de um projeto, não ultrapassando os limites da suas próprias disciplinas; *ii)* interdisciplinaridade, na qual os colaboradores estabelecem conjuntamente pontes entre as suas disciplinas, preservando a identidade de cada uma; e *iii)* transdisciplinaridade, na qual a integração das disciplinas é tal que se estabelece uma síntese abrangente e partilhada de teorias, conceitos e métodos (Collin, 2009; Drake, 2012; Nargund-Joshi & Liu, 2013). Uma progressão no sentido da transdisciplinaridade é valorizada.

A tab. 4 apresenta as evidências empíricas do G2 relativas à categoria do princípio de CD curricularmente integrado.

Tabela 4 – Evidências empíricas de operacionalização do princípio de DC curricularmente integrado, emergente da literatura.

Indicador/ sub-categoria	Descrição	Exemplo do corpus de análise
Multidisciplinar (Collin, 2009; Drake, 2012; Nargund-Joshi & Liu, 2013)	Define um projeto curricular que requer a contribuição independente de diferentes disciplinas, com partilha de informação.	'Foi proposta a articulação com a disciplina de Física e Química e sugeriu-se que os alunos fizessem uma recolha de amostras de água no fundo da pedreira e posteriormente fosse objeto de estudo e análise no âmbito daquela disciplina' (Implementação dos materiais didáticos no estudo piloto, p.2; Data: 2008/05/25; Autor: ProfC).
Interdisciplinar (Collin, 2009; Drake, 2012; Nargund-Joshi & Liu, 2013)	Define um projeto curricular que requer o estabelecimento de pontes disciplinares, preservando a identidade de cada disciplina participante.	'As aulas de preparação das atividades deverão ser feitas em conjunto com os docentes de Física e Química - A (eu) e o professor de Biologia, isto é nas aulas de 135 min. estaremos os dois presentes, para fazermos uma abordagem numa perspetiva de Química e de Geologia'. (Fórum: G2 no ano 07/08; Data: 2008/04/15; Autor: ProfB).
Transdisciplinar (Collin, 2009; Drake, 2012; Nargund-Joshi & Liu, 2013)	Define um projeto curricular que requer o estabelecimento de uma síntese abrangente e partilhada de teorias, conceitos e métodos.	Nenhum exemplo no conjunto de dados documentais recolhido.

A análise dos dados permitiu-nos constatar que a versão do módulo implementada no primeiro ano da CoP revelou natureza multidisciplinar (Collin, 2009; Drake, 2012; Nargund-Joshi & Liu, 2013), dado ter requerido uma contribuição independente, e até mesmo desproporcional, das disciplinas de Geologia e de Química. Nessa versão houve uma modesta partilha de informação relativamente a análises químicas da qualidade da água recolhida na pedreira. E.g. a única referência à articulação entre disciplinas no relatório da ProfC é a seguinte 'Nas aulas de Física e Química realizaram trabalho laboratorial, utilizando as amostras de água que haviam recolhido na pedreira' (p. 56/57). Desta forma, o módulo curricular teve natureza multidisciplinar.

As ligações entre disciplinas intensificaram-se no segundo ano de implementação do módulo, já que houve uma preocupação mais sistematizada com este aspeto. E.g. '[ProfE e eu estamos a] relacionar os conteúdos programáticos da química com os de Biologia/Geologia que se enquadram na saída' (Fórum: G2 no ano 07/08; Data: 2008/05/01; Autor: ProfB). Destaca-se ainda que a ProfB, docente de Física e Química,

implementou este módulo em co-docência com o seu colega de Biologia e Geologia que lecionava a mesma turma: ‘a dada altura eles [os alunos] já colocavam as dúvidas que iam tendo a qualquer um dos professores, independentemente de ser de Biologia ou de Química’. (Fórum: G2 no ano 07/08; Data: 2008/05/16; Autor: ProfB). Deste modo, considera-se que houve uma intensificação do carácter interdisciplinar do DC da CoP, pelo que se considera que o G2 operacionalizou o princípio de CD curricularmente integrado a um nível interdisciplinar.

5.4.5. Princípio do desenvolvimento curricular com fases iterativas

O princípio de DC com fases iterativas advoga uma progressão iterativa das fases, contrapondo-se à criticada abordagem rígida e sequencial das questões curriculares Tylerianas. A literatura considera que o DC deve ser dinâmico, iterativo, continuado, aberto e cíclico, sendo desenvolvido por um largo conjunto de participantes e desenvolvido por uma grande variedade de *stakeholders* (Anderson & Rogan, 2011; McKenney, Nieveen & Akker, 2006). Numa análise anterior das dinâmicas de interação da CoP (Marques, Loureiro & Marques, submetido) verificaram-se esses aspetos, dado o DC do G2 ter sido baseado em dois ciclos de investigação-ação envolvendo análise, planificação, implementação e avaliação e reflexão.

McKenney e colegas (2006) consideram que no desenvolvimento do currículo iterativo deve ocorrer um ciclo de *i) análise* da coerência entre os currículos intencional, implementado e atingido⁴, da consistência entre os níveis macro, meso e micro, e do alinhamento com o desenvolvimento do professor e avaliação do aluno⁵; *ii) desenho*, que usa as diretrizes emergentes da análise do desenvolvimento de um protótipo de um produto curricular, seguido da sua revisão e avaliação sistemáticas; e *iii) avaliação* para aumentar a qualidade dos protótipos curriculares referidos. Estes autores consideram que ‘each iteration helps to sharpen aims, deepen contextual insights and contribute to the three main outputs (e.g. design principles drafted, curricular products improved, opportunities for professional development created)’ (McKenney, Nieveen, & Akker 2006, p.124).

No contexto educativo Português, Gaspar e Roldão (2007) reconhecem no DC três fases: *i) conceção*, a qual inclui a análise da situação educativa específica sobre a qual

⁴ Os referidos autores definem: currículo intencional como a visão subjacente ao currículo e as intenções especificadas em documentos ou materiais curriculares; currículo implementado como o que é percebido pelos seus utilizadores, em particular os professores, e o que é implementado na sala de aula; e currículo atingido refere-se às experiências de aprendizagem e as aprendizagens realizadas pelos alunos.

⁵ O alinhamento do DC com o desenvolvimento profissional de professores e com exames externos dos alunos é reconhecido pelos autores como um fator crítico para uma implementação bem-sucedida.

se pretende atuar, a planificação⁶ e a justificação das decisões tomadas; ii) implementação flexível ou operacionalização⁷, que inclui o processo complexo de interação dinâmica entre professor e aluno, sendo o currículo adaptado à realidade educativa emergente e diferenciado para promover o sucesso educativo; e iii) avaliação, a qual pode incidir sobre os resultados de aprendizagem (avaliação diagnóstica ou analítica, reguladora prognóstica, reguladora sumativa, reguladora formativa, certificativa) e/ou sobre o próprio processo, permitindo potencialmente a melhoria da qualidade do ensino.

Na tab. 5 apresentam-se as evidências relativas ao PCD com fases iterativas.

Tabela 5 – Evidências empíricas de operacionalização do princípio de DC de fases iterativas, emergente da literatura.

Indicador/ sub-categoria	Descrição	Exemplo do corpus de análise
Retomar da fase de conceção durante a fase de implementação (McKenney, Nieveen & Akker, 2006; Gaspar & Roldão, 2007)	Durante a implementação introduz alterações na planificação ou materiais curriculares devido a fatores emergentes da interação professor-aluno-materiais curriculares-realidade .	‘O grupo da manhã na pedreira teve o privilégio de (...) assistir a um rebenamento (...) . Por causa do mesmo não foi possível ir até ao fundo da pedreira , nomeadamente para recolher água. (...) ficou combinado que o grupo da tarde faria essa recolha, uma vez que já não haveria outro rebenamento’. (Fórum: G2 no ano 07/08; Data: 2008/04/07; Autor: ProfD).
Interação entre a fase de implementação e a fase de avaliação (McKenney, Nieveen & Akker, 2006; Gaspar & Roldão, 2007)	Durante a implementação recolhe informações: i) para decidir como deve realizar a avaliação dos alunos e/ou do módulo curricular, ii) para avaliar as aprendizagens dos alunos e/ou o próprio módulo curricular.	‘é essencial dar-se atenção à avaliação do processo em curso . (...) Quanto a instrumentos a usar julgo que devem passar por aqueles que possam recolher informações a partir dos alunos e, também, por registos feitos pela ProfC acerca da forma como está a decorrer a experiência’. (Fórum: Plano de trabalho do G2; Data: 2007/05/15; Autor: Inv1).
Interação entre a fase de avaliação e a fase de conceção (McKenney, Nieveen & Akker, 2006; Gaspar & Roldão, 2007)	Manifesta ter dificuldades na definição da avaliação dos alunos e/ou do módulo curricular. Usa os resultados das aprendizagens dos alunos e/ou da avaliação do módulo curricular para introduzir melhorias no	‘ao consultar o material disponibilizado parece-me poder dizer que as questões relativas à avaliação do piloto [implementação da ProfC] não estão definidas (pelo menos explicitadas) . (...) é fundamental pensar no assunto, mas para isso e a montante é necessário definir as competências que pretendem ajudar os alunos a desenvolver’. (Fórum:

⁶ Considera-se neste estudo, à semelhança de Leite (2010), que o processo de planificação consiste na orientação e organização, de forma flexível e aberta, da ação de ensinar.

⁷ Na esteira de Gaspar e Roldão (2007), distingue-se implementação, associada à aplicação do currículo respeitando determinações prévias, de operacionalização, que pressupõe uma adaptação do currículo às condições contextuais. McKenney, Nieveen e Akker (2006) distinguem entre mutual adaptation, que pressupõe ajustamentos feitos ao currículo por especialistas do currículo e por aqueles que realmente o usam em contexto de sala de aula, e enactment, que pressupõe a visão do currículo como a experiência educacional criada em conjunto por alunos e professores.

Indicador/ sub-categoria	Descrição	Exemplo do corpus de análise
	mesmo.	Plano de trabalho do G2; Data: 2007/05/14; Autor: Inv2).

Constatou-se que o G2 retomou alguns aspetos da fase de conceção durante a implementação, dado terem havido alterações pontuais relativamente ao módulo curricular inicialmente planificado, e.g. ‘procedi a uma alteração em relação à planificação que inicialmente tínhamos elaborado. (...) em conversa com as minhas colegas (...) [decidimos distribuir] um guia de campo a cada grupo [de alunos], de modo a que eles tomassem conhecimento das propostas de atividades (...) e pudessem sugerir outras questões (...)’ (Fórum: G2 no ano 07/08; Data: 2008/05/29; Autor: ProfA).

Outro aspeto que os dados empíricos revelaram foi o facto da CoP ter experienciado uma interação entre as fases de implementação e avaliação. Conforme verificado num estudo anterior (Marques, Loureiro, & Marques, submetido), a definição do processo e construção do principal instrumento de avaliação ocorreu já durante a primeira implementação do módulo curricular pela ProfC. A seguinte citação ilustra o referido: ‘Que acham da ideia dos alunos da ProfC no final da implementação da atividade de trabalho de campo responderem a um pequeno questionário onde possam avaliar a forma como decorreu (...), sobre o contributo que esta atividade teve para a aprendizagem deles...’ (Fórum: Plano de Trabalho do G2; Data: 2007/05/20; Autor: ProfA).

Por último, verificou-se uma intensa interação entre as fases de avaliação e conceção no DC da CoP, em dois aspetos. Em primeiro lugar, e conforme já referido, o G2 reconheceu ter tido dificuldades na definição da avaliação dos alunos. E.g. após a primeira implementação do módulo curricular o G2 comprometeu-se a melhorar a parte referente à definição de competências e sua avaliação: ‘pensou-se no que podemos ir fazendo nos próximos tempos, tendo em conta as fragilidades reconhecidas ao trabalho desenvolvido. (...) [Vamos] refletir sobre as competências que os alunos poderão desenvolver com as atividades de saída de campo planificadas, e a avaliação de competências. (...) Avançou-se com a ideia de se promover um *workshop* sobre avaliação de competências’ (Fórum: Plano de Trabalho do G2; Data: 2007/05/20; Autor: ProfA). De facto, apesar da definição de critérios/ elementos de avaliação pela CoP, os dados recolhidos neste estudo não evidenciaram uma avaliação de aprendizagens plurimetodológica, sistemática e organizada em ciclos, englobando conceitos, capacidades, atitudes e valores (Fernandes, 2009). O que se verificou frequentemente foi a realização, por todas as docentes, de descrições da implementação do módulo e

interpretações relativamente a alguns aspetos da performance dos grupos de alunos. Os investigadores do G2 efetuaram sugestões de outros métodos de avaliação, tal como utilizar a informação recolhida através de notas de campo, as respostas dos alunos aos guiões, as apresentações e discussão dos trabalhos dos alunos e duas ou três perguntas a fazer num teste escrito. Um estudo (Rosa, 2010) destinado a analisar especificamente as competências avaliativas desenvolvidas no âmbito desta CoP revelou que a avaliação envolveu a apresentação e discussão dos trabalhos dos alunos, um balanço oral e um questionário que incluía a autoavaliação dos discentes relativamente a competências de trabalho colaborativo desenvolvidas.

Por outro lado, um dos aspetos mais marcantes no DC deste grupo foi a utilização dos resultados da avaliação do módulo curricular para o melhorar, sendo este processo recomendado na literatura (Gaspar & Roldão, 2007; McKenney, Nieveen, & Akker, 2006). O instrumento de avaliação utilizado foi, fundamentalmente, um questionário destinado aos alunos que visava recolher informação em relação *i)* à forma como os materiais didáticos foram implementados; *ii)* às competências desenvolvidas pelos alunos; e *iii)* às perceções dos alunos sobre as aprendizagens que fizeram (Pinto *et al.*, 2009). A seguinte citação ilustra a intenção de avaliação do módulo curricular com vista a um novo ciclo de conceção e implementação: 'é de todo conveniente obter o *feedback* dos alunos relativamente à atividade de Trabalho de Campo que realizaram... pois poderá dar-nos indicadores para procedermos a alterações nos referidos materiais para serem implementados no próximo ano letivo' (Fórum: Plano de Trabalho do G2; Data: 2007/05/26; Autor: ProfA). O segundo ano de interação do grupo, conforme constatado num estudo prévio (Marques, Loureiro, & Marques, submetido), caracterizou-se pela identificação de lacunas e revisão do módulo curricular, retoma de leituras de literatura sobre competências e a sua avaliação, adaptando o módulo a novos contextos de implementação e clarificando as linhas de desenvolvimento subjacentes, conceptuais e pedagógicas. Estes resultados revelaram que o DC desta CoP foi um caso invulgar no contexto educativo português, dado que a tendência geral identificada na literatura, nomeadamente por Leite (2010) e Lucas e Vasconcelos (2005), é a de que os professores avaliam produtos, mas raramente fazem balanços do processo.

Pelo analisado nesta secção, a tab. 5 revela que se identificaram diversas evidências empíricas relativas aos indicadores do princípio de DC de fases iterativas, pelo que os dados indicam que a CoP o operacionalizou.

5.5. Considerações finais

Esta última secção sumariza a contribuição deste estudo para a literatura, relativa aos princípios de DC no contexto de EC.

Este estudo de caso incidiu na operacionalização de princípios de DC pelo G2 do IPEC, uma CoP *online* de professores e investigadores em EC. Assim, os resultados apresentados e discutidos sustentam-se nos dados recolhidos neste estudo de caso, pelo que deverão ser considerados apenas neste contexto ou mediante a articulação cautelosa com outros estudos na mesma área.

Acresce ter-se apresentado um instrumento de validação empírica de princípios de DC emergentes da literatura consultada. Os autores destacam que não consideram que os princípios se esgotem nos seis a que aludem neste estudo, dado esta área requerer mais investigação, de forma a revelar novos princípios e aperfeiçoar a caracterização que aqui se faz. Uma das maiores dificuldades sentidas prendeu-se com a inclusão das unidades de codificação apenas numa das categorias que refletem os princípios identificados, dado estes se articularem, como se explicita na secção sobre perspetivas atuais relativas ao DC.

Este contributo revelou ainda que, durante o desenvolvimento do seu módulo curricular, a CoP considerada operacionalizou os seis princípios de DC identificados na análise de literatura efetuada. Os dados evidenciaram o seguinte: *i)* a maioria dos indicadores do princípio de DC descentralizado, dada a partilha de poder de decisão entre professores e poder educativo central, entre professores desta CoP e nas suas escolas, com o apoio de agências externas (os investigadores da CoP e outros especialistas consultados) e considerando contributos dos próprios alunos; *ii)* alguns indicadores do princípio de DC flexível e diferenciado, dado que a CoP previu sequências de ensino e aprendizagem alternativas, embora não explicitamente em função das necessidades educativas dos alunos, e adaptou o seu módulo inicial para melhor se adequar à realidade educativa de cada professor; *iii)* dois indicadores do princípio de DC contextualizado em CTSA, uma vez que o módulo se centra na análise e tomada de posição fundamentada acerca da sustentabilidade da exploração de uma pedreira, uma situação-problema controversa, visando explicitamente o desenvolvimento de cidadania ativa pelos alunos; *iv)* os indicadores multidisciplinar e interdisciplinar do princípio de DC integrado, tendo ocorrido um aprofundamento da articulação das disciplinas de Geologia e Química no segundo ano de interação; e *v)* todos os indicadores do princípio de DC com fases iterativas, desde a conceção, passando por uma implementação flexível, e

incluindo alguns aspetos da avaliação das aprendizagens e o próprio módulo curricular desenvolvido. Lembra-se que um estudo anterior, que incidiu nas competências reflexivas manifestadas por esta CoP (Cruz, 2010), revelou que o princípio de DC reflexivo, também foi operacionalizado.

Sendo a literatura relacionada com o DC de natureza teórica, o presente estudo possibilitou validar empiricamente um conjunto de princípios de DC emergentes da literatura. Evidenciou também que o envolvimento numa CoP *online* permitiu às professoras desenvolver um trabalho colaborativo com investigadores que originou um processo de DC coerente com esses princípios e, por consequência uma melhor articulação entre a teoria e a prática, no que respeita ao DC. Destaca-se ainda que este processo conduziu à inovação de práticas letivas (Marques, Loureiro, & Marques, 2011), fator que poderá estar relacionado com a elevada formação académica dos membros envolvidos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o envolvimento dos professores que participaram no projeto IPEC. Os autores agradecem também o apoio da Fundação para a Ciência e Tecnologia, através do suporte financeiro dado ao Projecto IPEC (POCI/CED/58825/2004) e ao doutoramento da primeira autora (SFRH/BD/36177/ 2007).

Referências

- Akker, J. J. H. V. D. (2003). Curriculum perspectives: an introduction. In J. V. D. Akker, W. Kuiper & U. Hameyer (Eds.), *Curriculum landscape and trends* (pp. 1-10). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Anderson, T. R., & Rogan, J. M. (2011). Bridging the educational research-teaching practice gap: Curriculum development, Part 1: Components of the curriculum and influences on the process of curriculum design. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 39(1), 68–76.
- Bardin, L. (1991). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching. *Science Education*, 91(3), 347–370.
- Collin, A. (2009). Multidisciplinary, interdisciplinary, and transdisciplinary collaboration: implications for vocational psychology. *International Journal for Educational and Vocational Guidance*, 9(2), 101–110.
- Cruz, M. G. (2010). *Interações em comunidades de prática online e reflexividade docente: um estudo de caso envolvendo professores de ciências*. Dissertação de Mestrado não Publicada, Aveiro: Universidade de Aveiro.

CoP *online*: contributos para a prática letiva

- Drake, S. M. (2012). *Creating Standards-Based Integrated Curriculum: The Common Core State Standards Edition* (3ª ed.). California: SAGE.
- Fernandes, D. (2009). Educational assessment in Portugal. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 16(2), 241-261.
- Fernandes, I., Morgado, M., Rebelo, D., Pinto, M. J., Tavares, A., Marques, L., et al. (2009). *Dinâmicas de interação numa Comunidade de Prática On-line e seus impactes no desenvolvimento profissional dos professores envolvidos*. Artigo apresentado na Conferência Educação e Formação: Ciência, Cultura e Cidadania. Actas XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo Branco.
- Gaspar, I., & Roldão, M. C. (2007). *Elementos de desenvolvimento curricular*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Ghaye, T. (2010). *Teaching and Learning through Reflective Practice: A Practical Guide for positive action* (2ª ed.). London: Taylor & Francis.
- Given, L. M. (Ed.) (2008) *The SAGE encyclopedia of qualitative research methods* (Vols. 1 & 2). California, USA: SAGE Publications, Inc.
- Goos, M. (2008). *Critique and transformation in researcher-teacher relationships in mathematics education*. Paper presented at the International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) Symposium Rome 2008. Obtido em setembro de 2008, de <http://www.unige.ch/math/EnsMath/Rome2008/WG3/Papers/GOOS.pdf>
- Gould, M. (2012). How flexible is the national curriculum? *Primary & Middle Years Educator*, 10(3).
- Guest, R. (2005). Will Flexible Learning Raise Student Achievement? *Education Economics*, 13(3), 287-297.
- Hargreaves, D. H. (1999). The knowledge-creating school. *British Journal of Educational Studies*, 47(2), 122-144.
- Herbert, S., Rampersad, J., Akinmade, C., & Maharaj-Sharma, R. (2003). *Lower Secondary Science Teaching and Learning: A Glimpse into the Science Classroom*. School of Education: UWI, St. Augustine.
- Higham, J., & Yeomans, D. (2007). Curriculum choice, flexibility and differentiation 14–19: the way forward or flawed prospectus? *London Review of Education*, 5(3), 281-297.
- Kärkkäinen, K. (2012). Bringing About Curriculum Innovations: Implicit Approaches in the OECD Area [Electronic Version]. *OECD Education Working Papers*, Obtido em agosto de 2013 de <http://dx.doi.org/10.1787/5k95qw8xzl8s-en>
- Kay, J., & Gluga, R. (2009). *Largescale, long-term learner models supporting flexible curriculum definition*. Paper presented at the Proceedings of the Workshop on Scalability Issues in AIED.
- Kelly, A. V. (2009). *The curriculum: Theory and practice* (6ª ed.). London: SAGE.
- Leite, T. (2010). *Planeamento e concepção da acção de ensinar* (Vol. 2). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Loureiro, M. J., Santos, M. C., Marques, L., Neto, A., Costa, N., Oliveira, M. T., et al. (2006). *Educational research and school practice in science education: From the relevance of interactions to categories of constraints*. Artigo apresentado no The International Conference in Mathematics, Sciences and Science Education, Aveiro.
- Marques, L., & Praia, J. (2009). Educação em Ciência: actividades exteriores à sala de aula [Electronic Version]. *Terræ Didática*, 5, 10-26. Obtido em agosto de 2012 de http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v5/pdf-v5/TD_V-a2.pdf
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (2011). Planning innovative teaching practices in a community of practice: a case study in the contexts of the Project IPEC. *International Journal of Web Based Communities*, 7(4), 429-441.

- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (aceite). Communities of practice and science teaching strategies: a case study in the project IPEC. *International Journal of Web Based Communities*.
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (submetido). The dynamics of an online community of practice involving teachers and researchers: A study in the contexts of the project IPEC. *Professional Development in Education*.
- Martins, I. M. F. (2012). *O currículo das ciências físicas e naturais na perspectiva docente: saberes profissionais e possibilidades de ação*. Tese de Doutoramento não publicada, Aveiro: Universidade de Aveiro.
- McKenney, S., Nieveen, N., & Akker, J. v. d. (2006). Design research from the curriculum perspective. In J. v. d. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 67-90). London: Routledge.
- Mfum-Mensah, O. (2009). An Exploratory Study of the Curriculum Development Process of a Complementary Education Program for Marginalized Communities in Northern Ghana. *Curriculum Inquiry*, 39(2), 343-367.
- Morgado, M., Rebelo, D., Marques, L., Loureiro, M. J., Fernandes, I., Tavares, A., et al. (2008). *Exploração Sustentada de Recursos Geológicos – Uma Abordagem Didáctica Interdisciplinar Desenvolvida em Contexto On-line*. Artigo apresentado no XV Simpósio sobre Enseñanza de la Geología, Universidade de Alcalá: Guadalajara.
- Nargund-Joshi, V., & Liu, X. (2013). *Understanding Meanings of Interdisciplinary Science Inquiry in an Era of Next Generation Science Standards*. Artigo apresentado no National Association for Research in Science Teaching Annual Conference, Rio Grande, Puerto Rico.
- Orion, N. (2007). A Holistic Approach for Science Education For All. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(2), 111-118.
- Pacheco, J. A. (2005). *Estudos Curriculares: para a Compreensão Crítica da Educação*. Porto: Porto Editora.
- Pacheco, J. A. (2012). Curriculum Studies: What is The Field Today? *Journal of the American Association for the Advancement of Curriculum Studies*, 8, 1-18. Obtido em agosto de 2013 de http://www.uwstout.edu/soe/jaaacs/upload/v8_What_Is_The_Field_Today.pdf
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. *Science Education*, 95(4), 601–626.
- Pinar, W. (2006). *The Synoptic Text Today and Other Essays: Curriculum Development After the Reconceptualization*. New York: Peter Lang.
- Pinto, M. J., Rebelo, D., Morgado, M., Fernandes, I., Tavares, A., Marques, L., et al. (2009). *Recursos Geológicos – Um Exemplo de Abordagem Interdisciplinar para o 11º ano de escolaridade*. Artigo apresentado na Conferência Educação e Formação: Ciência, Cultura e Cidadania. Actas XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo Branco.
- Popkewitz, T. S. (2009). Curriculum study, curriculum history, and curriculum theory: the reason of reason. *Journal of Curriculum Studies*, 41(3), 301-319.
- Priestley, M. (2011). Whatever happened to curriculum theory? Critical realism and curriculum change. *Pedagogy, Culture & Society*, 19(2), 221-237.
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. V. (1998). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva.
- Rafferty, P. (2011). The Confluence of Curriculum Theory and the Phenomenological for the Critical Pedagogue. *Scholar-Practitioner Quarterly*, 5(4), 385-393.
- Rogan, J. M., & Anderson, T. R. (2011). Bridging the Educational Research-Teaching Practice Gap. Curriculum Development, Part 2: Becoming An Agent Of Change. *Biochemistry And Molecular Biology Education*, 39(3), 233–241.

CoP *online*: contributos para a prática letiva

- Roldão, M. C. (1999). *Gestão curricular: Fundamentos e práticas*. Lisboa: Ministério da Educação - Departamento da Educação Básica.
- Schön, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. New York: Basic Books.
- Slattery, P. (2006). *Curriculum Development in the Postmodern Era* (2ª ed.). New York: Taylor & Francis Group, LLC.
- Stoica, A., Chiru, L., & Chiru, C. (2012). Opportunity assessment for the introduction of the integrated learning unit in chemistry education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 4056 – 4060.
- Subban, P. (2006). Differentiated instruction: A research basis. *International Education Journal*, 7(7), 935-947.
- Trindade, A. R., Carmo, H., & Bidarra, J. (2000). Current Developments and Best Practice in Open and Distance Learning. *International Review of Research in Open and Distance Learning* 1(1), 1-25.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: design and methods* (4ª ed. Vol. 5). California: Sage Publications.

Apêndice 1

Tabela 6 – Comparação da planificação geral de consenso (Pinto *et al.*, 2009) com as planificações apresentadas por cada docente da CoP que implementou no estudo principal, refletindo as adaptações efetuadas ao contexto educativo de cada uma

Planificação geral (Pinto <i>et al.</i> , 2009)	Adaptações ProfA	Adaptações ProfB	Adaptações ProfD	Adaptações ProfE
Objetivos educativos	Explicita objetivos gerais, competências gerais e indicadores de aprendizagem.	Explicita objetivos gerais com uma formulação diferente, competências gerais diferentes, competências essenciais e competências específicas.	Não explicita	Explicita objetivos gerais com uma formulação diferente, competências gerais diferentes, competências essenciais e competências específicas.
Preparação da saída de campo 1. Actividade de pesquisa na Internet. Nota: pela análise das planificações das docentes, o ponto 1 é realizado em grupo e é sobre: – Recursos geológicos produzidos em pedreiras da região da escola; – Materiais produzidos nas pedreiras; – Requalificação das pedreiras após o encerramento das mesmas; – Condições necessárias para a constituição de um aterro de resíduos inertes.	<i>A priori:</i> a) discussão para contextualização da atividade em conceitos previamente lecionados em Geologia (A1); b) discussão acerca dos conceitos de Geologia associados a este trabalho de campo, em grupo - ideias prévias (A2); c) exposição, pelos grupos, das suas conclusões (A3). Pesquisa de informação acerca da temática em estudo - preparação cognitiva (A4).	<i>A priori</i> , em co-docência (FQ e BG): a) exposição, pela professora, da questão “De que forma a FQ pode ajudar a perceber as vantagens e desvantagens para o ambiente e para o Homem da extração dos recursos geológicos?”(A1); b) discussão sobre conceitos previamente lecionados em Química (A2); c) questionamento sobre conceitos previamente lecionados em Geologia (A3); d) discussão acerca dos conceitos de Geologia associados a este trabalho de campo, em grupo - ideias prévias (A4); d) exposição, pelos grupos, das suas conclusões (A5); e) discussão sobre as	<i>A priori:</i> a) discussão para contextualização da atividade em conceitos previamente lecionados em Geologia (A1); b) projeção da carta geológica de Portugal e de imagens do <i>Google Earth</i> para orientação geográfica e identificação do tipo de recurso da pedra (A2); c) exposição, pela professora, de fotografias da pedra - preparação psicológica (A3); d) registo de informações, em grupo (A4); e) leitura do guião do aluno - preparação cognitiva (A5); f) clarificação das atividades do guião - preparação cognitiva (A6); g) discussão dos aspetos metodológicos que se	<i>A priori:</i> a) projeção de fotografias do Parque Municipal do Antuã para discussão para contextualização da atividade em conceitos previamente lecionados em Geologia (NOTA: informação recolhida no fórum - 2008/05/26); (A0) Resolução de ficha de trabalho, em grupo: i) discussão acerca dos conceitos de Geologia associados a este trabalho de campo - ideias prévias (A1), ii) pesquisa de informação acerca da temática em estudo - preparação cognitiva (A2/A3);

Planificação geral (Pinto <i>et al.</i> , 2009)	Adaptações ProfA	Adaptações ProfB	Adaptações ProfD	Adaptações ProfE
		<p>conclusões dos grupos (A6); f) sistematização, orientada pelas professoras, tendo em conta os 4 temas (A7).</p> <p>Pesquisa de informação acerca da temática em estudo (A8). Inclui os 4 temas do trabalho de campo e a legislação sobre a qualidade das águas em pedreiras - preparação cognitiva.</p> <p><i>A posteriori:</i> a) exposição, pela professora, sobre técnicas de análise de água - preparação cognitiva (A9).</p>	<p>considerem pertinentes para desenvolver na saída de campo (ver ponto 3 da planificação geral), em grupo (A7); h) exposição, pelos grupos, das suas conclusões (A8); i) exposição, pela professora, de informação sobre a saída - preparação psicológica (A9); j) análise da legislação sobre o funcionamento das pedreiras (ponto 3 nas restantes professoras), em grupo (A10).</p> <p>Pesquisa de informação acerca da temática em estudo - preparação cognitiva (A11).</p>	
<p>2. Actividade de apresentação e debate das pesquisas efectuadas.</p> <p>Nota: pela análise das planificações das docentes, o ponto 2 é realizado pelos grupos</p>	<p>Apresentação à turma de uma síntese da informação recolhida (A5) e debate acerca das principais ideias apresentadas (A6).</p>	<p>Apresentação à turma de uma síntese da informação recolhida (A10) e debate acerca das principais ideias apresentadas (A11).</p>	<p>Não explícita.</p>	<p>Continuação da resolução de ficha de trabalho, em grupo: iii) organização, pelos grupos, dos dados pesquisados (A2/A3) (p.35 do relatório individual).</p>
<p>3. Discussão dos aspectos metodológicos que se considerem pertinentes para desenvolver na</p>	<p><i>A priori:</i> a) análise da legislação sobre o funcionamento das pedreiras, em grupo (A7); b) exposição, pelos grupos, das suas conclusões (A8);</p>	<p><i>A priori:</i> a) análise da legislação sobre o funcionamento das pedreiras, em grupo (A12); b) exposição, pelos grupos, das suas conclusões (A13);</p>	<p>A discussão foi antecipada (ver ponto 1g) e a análise da legislação também (ver ponto 1j).</p> <p><i>A posteriori:</i></p>	<p><i>A priori:</i> a) Continuação da resolução de ficha de trabalho, em grupo: iii) análise de legislação sobre o funcionamento</p>

Planificação geral (Pinto <i>et al.</i> , 2009)	Adaptações ProfA	Adaptações ProfB	Adaptações ProfD	Adaptações ProfE
<p>saída de campo. Nota: pela análise das planificações das docentes, o ponto 3 é realizado em grupo</p>	<p>c) exposição pela professora, através de uma apresentação eletrónica, dos principais aspetos característicos da pedreira - preparação psicológica (A9); d) discussão na turma sobre o conteúdo da apresentação eletrónica (A10); e) exposição pela professora, da questão orientadora da atividade e suas sub-questões (A11).</p> <p>Discussão acerca de possíveis respostas para as sub-questões (A12). Leitura do guião do aluno, em grupo, e proposta de novas questões pelos grupos, que foram introduzidas no guião (NOTA: informação recolhida no fórum - 2008/05/29). (A12a)</p> <p><i>A posteriori:</i> a) exposição, pelos grupos, dos aspetos metodológicos considerados necessários para implementar no campo (A13); b) exposição pela professora, através de uma apresentação eletrónica, de informações sobre o trabalho de campo - preparação psicológica e</p>	<p>c) exposição pela professora, através de uma apresentação eletrónica, dos principais aspetos característicos da pedreira - preparação psicológica (A14); d) registo de informação pelos alunos (A15); e) exposição, pelos grupos, dos aspetos considerados importantes (A16); f) exposição, pela professora, da questão orientadora da atividade suas sub-questões (A17). g) resposta à questão central, em grupo - ideias prévias (A18).</p> <p>Discussão acerca de possíveis respostas para as sub-questões (A19).</p> <p><i>A posteriori:</i> a) exposição, pelos grupos, dos aspetos metodológicos considerados necessários para implementar no campo (A20); b) exposição pelas professoras, através de uma apresentação eletrónica, de informações sobre o trabalho de campo - preparação psicológica e</p>	<p>a) exposição pela professora de informação sobre o trabalho de campo - preparação psicológica e geográfica (A12) b) discussão na turma sobre a informação disponibilizada (A13).</p> <p style="text-align: right;">x3</p>	<p>das pedreiras (A4), iv) exposição, pelos grupos, das suas conclusões - ideias prévias - resultados da pesquisa e análise da legislação (A5); b) exposição pela professora, através de uma apresentação eletrónica, dos principais aspetos característicos da pedreira - preparação psicológica (A6); c) registo de informação pelos alunos (A7); d) exposição, pelos grupos, dos aspetos considerados importantes (A8); e) exposição, pela professora, da questão orientadora da atividade suas sub-questões (A9).</p> <p>Discussão acerca de possíveis respostas para as sub-questões (A10).</p> <p><i>A posteriori:</i> a) exposição, pelos grupos, dos aspetos metodológicos considerados necessários para implementar no campo (A11); b) exposição pela professora, através de uma apresentação eletrónica, de</p>

Planificação geral (Pinto <i>et al.</i> , 2009)		Adaptações ProfA	Adaptações ProfB	Adaptações ProfD	Adaptações ProfE
		geográfica (A14).	geográfica (A21). c) discussão sobre o conteúdo da apresentação eletrónica (A22).		informações sobre o trabalho de campo - preparação psicológica e geográfica (A12). c) discussão sobre o conteúdo da apresentação eletrónica (A13).
	4. Preparação do material necessário para o campo. Nota: pela análise das planificações das docentes, o ponto 4 é realizado em grupo	Preparação do material, efetuada por cada grupo de trabalho (A15).	Preparação do material, efetuada por cada grupo de trabalho (A23).	Preparação do material, efetuada por cada grupo de trabalho (A14).X3	Preparação do material, efetuada por cada grupo de trabalho (A14).
Saída de Campo	5. Realização das actividades propostas no guia de campo. Nota: pela análise das planificações das docentes, o ponto 5 é realizado em grupo	<i>A priori:</i> a) breve exposição efetuada pela professora acerca dos principais aspetos a observar e de possíveis locais de estudo na pedreira (NOTA: informação recolhida no fórum - 2008/05/29). (A15a) Realização das actividades apresentadas no guia de campo (A16). Inclui a recolha de dados, a realização de entrevistas, a observação de aspetos considerados relevantes e a medição do ruído na pedreira (NOTA: informação recolhida no fórum - 2008/05/29).	Realização das actividades apresentadas no guia de campo (A24). Inclui a recolha de dados, a realização de entrevistas, a observação de aspetos considerados relevantes e a observação de um rebentamento na pedreira. Todos os grupos visitaram todos os locais da pedreira. (NOTA: informações recolhidas no fórum - 2008/05/16).	Realização das actividades apresentadas no guia de campo (A15). Inclui a recolha de dados, a realização de entrevistas, a observação de aspetos considerados relevantes e a observação de um rebentamento na pedreira. (NOTA: informação recolhida no fórum - 2008/04/07).	<i>A priori:</i> a) exposição da professora sobre os procedimentos a adotar, locais de realização das actividades e professores que acompanhavam os grupos (NOTA: informação recolhida no fórum - 2008/05/29 e no relatório individual - descrição do trabalho realizado). (A14a) Realização das actividades apresentadas no guia de campo (A15). Inclui a recolha de dados, a realização de entrevistas e a observação de aspetos considerados relevantes.
	6. Recolha de material	Recolha de material (A17).	Não explicita.	Não explicita.	Não explicita.

Planificação geral (Pinto <i>et al.</i> , 2009)	Adaptações ProfA	Adaptações ProfB	Adaptações ProfD	Adaptações ProfE
<p>(amostras de rochas, material produzido e amostras de água) e registo fotográfico dos aspectos mais pertinentes. Nota: pela análise das planificações das docentes, o ponto 6 é realizado em grupo</p>				
<p>7. Apresentação à Turma das observações efectuadas, das conclusões obtidas e das dúvidas que subsistem. Nota: pela análise das planificações das docentes, o ponto 7 é realizado em grupo</p>	<p>Apresentação à turma de uma síntese das principais atividades realizadas por cada grupo (A18).</p>	<p>Apresentação à turma de uma síntese das principais atividades realizadas por cada grupo (A25).</p>	<p>Apresentação à turma de uma síntese das principais atividades realizadas por cada grupo (A16).</p>	<p>Apresentação à turma de uma síntese das principais atividades realizadas por cada grupo (A16).</p>
<p>8. Discussão acerca das informações partilhadas por todos os grupos de trabalho.</p>	<p>Discussão e questionamento efetuado pelos alunos (A19).</p>	<p>Registo, pelos alunos, das informações disponibilizadas pelos outros grupos (A26); Questionamento efetuado pelos alunos (A27).</p>	<p>Registo, pelos alunos, das informações disponibilizadas pelos outros grupos (A17); Questionamento efetuado pelos alunos (A18).</p>	<p>Registo, pelos alunos, das informações disponibilizadas pelos outros grupos (A17); Questionamento efetuado pelos alunos (A18).</p>
<p>9. Realização de actividades práticas de identificação de amostras de rochas recolhidas e actividades laboratoriais de análise de águas.</p>	<p>Atividades práticas (A19a) Inclui pesquisa e tratamento de informação. (A19b) Inclui a identificação de amostras de rochas e a observação microscópica da água recolhida para averiguar a presença de microrganismos</p>	<p>Atividades práticas (A28) <u>surgem integradas com o ponto 10.</u> Não explicita a identificação de amostras de rochas. Inclui a pesquisa e tratamento de informação sobre tempo de vida de resíduos. (NOTA:</p>	<p>Atividades práticas (A19) <u>surgem integradas com o ponto 10.</u> Não explicita a identificação de amostras de rochas. Inclui a pesquisa e tratamento de informação sobre tempo de vida de resíduos.</p>	<p>Atividades práticas (fórum). (A18a) Inclui pesquisa e tratamento de informação. (A18b) Inclui a identificação de amostras de rochas. (NOTA: informação recolhida no fórum - 2008/05/26).</p>

Planificação geral (Pinto <i>et al.</i> , 2009)	Adaptações ProfA	Adaptações ProfB	Adaptações ProfD	Adaptações ProfE
Nota: pela análise das planificações das docentes, o ponto 9 é realizado em grupo	observáveis por esta via (NOTA: informações recolhidas no fórum - 2008/05/29).	informação recolhida no fórum - 2008/05/16). (A28a)	Inclui pesquisa de informação sobre duas pedreiras da zona da escola para confrontar dados com os da pedreira visitada (NOTA: informação recolhida no fórum - 2008/05/05 e 2008/05/22). (A19a) Inclui observação microscópica da água recolhida para averiguar a presença de microrganismos observáveis por esta via (NOTA: informação recolhida no fórum - 2008/05/22).	
10. Elaboração de um documento síntese sobre os principais aspectos trabalhados por cada grupo durante as fases anteriores. Nota: pela análise das planificações e interações em fóruns das docentes, o ponto 10 é realizado em grupo e todos os grupos elaboraram uma apresentação electrónica	Síntese (A20).	<u>Síntese (A28b) surge integrada com o ponto 9.</u>	<u>Síntese (A19b) surge integrada com o ponto 9.</u>	Síntese (A19).
11. Apresentação à Turma das conclusões obtidas nas actividades desenvolvidas,	Apresentação (A21).	Apresentação (A29).	Apresentação (A20) realizada em plenário no auditório da escola, para todas as turmas que realizaram a saída de campo (NOTA: informação	Apresentação (A20).

Planificação geral (Pinto <i>et al.</i> , 2009)	Adaptações ProfA	Adaptações ProfB	Adaptações ProfD	Adaptações ProfE
<p>dando resposta às subquestões-problema formuladas por cada grupo. Nota: pela análise das planificações das docentes, o ponto 11 é realizado em grupo</p>			<p>recolhida no fórum - 2008/05/22), com a presença de elementos da Associação de Pais e Encarregados de Educação da escola (NOTA: informação recolhida no relatório individual - descrição do trabalho realizado).</p>	
12. Debate/síntese	Síntese orientada pela professora (A22).	Síntese efetuada pela professora (A30).	Síntese efetuada pela professora (A21).	Síntese efetuada pela professora (A21).
13. Resposta à questão de partida: “Como explorar recursos geológicos de forma sustentada na Pedreira da Quinta do Moinho/ Pedreira da Feifil?”	Discussão para dar resposta à questão orientadora (A23).	Não explícita.	Discussão para dar resposta à questão orientadora (A22).	Não explícita.
Avaliação através de um questionário aos alunos.	Sem adaptações.	Sem adaptações.	Inclui um outro questionário especificamente para avaliar a sessão de plenário (NOTA: informação recolhida no relatório individual - descrição do trabalho realizado).	Sem adaptações.
<p>Duração/calendarização: 3ºPeríodo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparação - 3 aulas • Saída de campo - 1 tarde • Pós saída - 2 aulas 	Sem adaptações.	<p>Duração/calendarização: 3ºPeríodo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparação - 2 aulas • Saída de campo - 1 manhã • Pós saída - não explícita <p>(NOTA: informação recolhida no relatório individual - descrição do trabalho realizado).</p>	<p>Duração/calendarização: 3ºPeríodo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparação - não explícita • Saída de campo - 1 tarde ou 1 manhã • Pós saída - 4 aulas <p>(NOTA: informação recolhida no relatório individual - descrição do trabalho realizado).</p>	<p>Duração/calendarização: 3ºPeríodo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparação - 2 aulas • Saída de campo - 1 tarde • Pós saída - 2 aulas <p>(NOTA: informação recolhida no relatório individual - descrição do trabalho realizado - e no fórum - 2008/05/26).</p>

CAPÍTULO VI: CONCLUSÕES / REFLEXÕES FINAIS

CAPÍTULO VI: CONCLUSÕES / REFLEXÕES FINAIS

No presente capítulo efetua-se o cômputo global do estudo de caso desenvolvido, tendo em consideração os resultados obtidos em cada uma das quatro unidades de análise definidas, atendendo às questões de investigação que nortearam o desenvolvimento do trabalho e destacando-se os contributos da investigação realizada para a área de estudo. Seguidamente, delineiam-se recomendações ao nível de medidas de intervenção para o DPP em CoP *online* e também para as práticas letivas em Educação em Ciência (EC). Sintetizam-se ainda as limitações inerentes ao processo investigativo empreendido e apresentam-se sugestões ao nível de trabalho futuro na investigação nesta área de estudo. Por fim, efetua-se uma reflexão ao nível do processo de desenvolvimento que o presente trabalho de Doutoramento constituiu para a autora.

Secção 6.1: Síntese dos contributos da análise da CoP selecionada

O conceito CoP foi proposto por Lave e Wenger (1991) há quase 25 anos e parece ter revolucionado o campo do desenvolvimento profissional (DP). Particularmente durante a última década têm-se vindo a acumular na literatura da especialidade testemunhos de agrupamentos de professores que revelam características de CoP (e.g., Barab, MaKinster, & Scheckler, 2004; Cuddapah & Clayton, 2011; Howell, 2007). Porém, e considerando a área de interesse da investigação reportada nesta tese, i.e. CoP *online* envolvendo professores e investigadores em EC, os estudos publicados (e.g., Barab, MaKinster, & Scheckler, 2004; Baran & Cagiltay, 2010; Schlager, Fusco, & Schank, 2002) focam-se frequentemente na descrição da criação ou sustentação de comunidades e suas vantagens para o DPP, sem apresentar evidências de mudanças nas práticas letivas dos professores envolvidos. O estudo de caso realizado procurou contribuir para

colmatar essa lacuna, ao analisar as práticas letivas de uma CoP *online* de professores de ciências e investigadores em EC constituída no âmbito do projeto IPEC e as dinâmicas do grupo analisado (abaixo identificado também por G2).

A procura de respostas às questões de investigação, formuladas no primeiro capítulo deste documento, foi feita por referência aos domínios externo, das práticas e das consequências do *Interconnected model of professional growth* (Clarke & Hollingsworth, 2002). A primeira questão de investigação, **Quais as dinâmicas de interação da CoP *online* formada pelos membros do G2?**, remeteu para a análise do domínio externo do referido modelo. Tratou-se, portanto, de analisar uma iniciativa de DPP, sob o formato de CoP *online*, centrada na interação entre as referidas professoras e investigadores em EC (Loureiro *et al.*, 2008). Nesse sentido, no segundo capítulo compararam-se vários modelos de desenvolvimento de comunidades envolvendo professores, em particular CoP. Esta análise permitiu justificar a opção da utilização de uma adaptação do modelo de fases de desenvolvimento de CoP de Wenger e colegas (2002), atendendo a aspetos previstos noutros modelos (Gongla & Rizzuto, 2001; Grossman *et al.*, 2000; Howell, 2007; McDermott, 2000; Wenger, 1998) coerentes com os dados empíricos recolhidos no âmbito deste estudo. O instrumento criado permitiu efetuar uma análise pouco comum na literatura da especialidade, constituindo um **contributo** de relevo deste estudo. A aplicação do referido instrumento possibilitou reconhecer que a CoP analisada experienciou as seguintes fases de desenvolvimento:

- i. **potencial**, envolvendo a exploração da plataforma de apoio ao projeto, a descoberta de interesses em comum relativamente à prática docente e a negociação de um plano de trabalhos para a CoP;
- ii. **coalescente**, através da partilha de experiências de ensino, discussão de conceitos e recomendação de leituras da literatura sobre EC, assim como o desenvolvimento de uma prática comum, representada em larga medida pelo módulo curricular de saída de campo numa uma pedreira;

- iii. em **maturação**, com avaliação do módulo desenvolvido e identificação de tópicos considerados *cutting-edge* em particular a definição de objetivos educacionais e de estratégias para a sua avaliação;
- iv. **hospedagem**, tendo o G2 desenvolvido um sentimento de propriedade e de orgulho no trabalho desenvolvido, que se traduziu na sua disseminação nas suas escolas e em congressos de Educação (e.g. Pinto *et al.*, 2009).

Refere-se que a análise estatística descritiva dos dados de acesso e publicação em fóruns dos membros do G2 na plataforma de apoio ao projeto contribuiu para a confirmação empírica da asserção de Wenger e colegas (2002) de que picos de elevada e baixa participação nas atividades da comunidade são típicos das CoP.

Quanto ao desenvolvimento do módulo curricular, ou seja, no **domínio da prática** do modelo de Clarke e Hollingsworth (2002), o trabalho realizado pelo G2 baseou-se em dois ciclos de investigação-ação (e.g., Altrichter, Posch, & Somekh, 1993). Considerando o quadro teórico de categorização de diferentes modos de investigação-ação, explorado por Mamlok-Naaman e Eilks (2011), o processo investigativo realizado pelo G2 começou por se enquadrar numa investigação-ação prática, tendo evoluído para o modo emancipatório, dado terem sido desenvolvidas práticas letivas inovadoras, que foram disseminadas pelos próprios professores. Adicionalmente relembra-se que a literatura da especialidade reconhece na investigação-ação a capacidade de potenciar a autonomia dos professores e a transformação das práticas (Borko, 2004; Kennedy, 2005). Desta forma, o estudo que aqui se reporta contribuiu para o reconhecimento de que o trabalho do G2 conduziu a transformação de práticas de forma emancipatória.

Já no âmbito do **domínio das consequências** nas práticas letivas, do modelo acima mencionado, visou-se encontrar respostas para a questão: **Em que medida as estratégias de ensino desenvolvidas pelo G2 são consistentes com indicadores da investigação em EC no que respeita estratégias eficazes para a aprendizagem dos alunos?** Do estudo apresentado no terceiro capítulo deste documento resultou o

CoP *online*: contributos para a prática letiva

desenvolvimento de um novo instrumento de análise de conteúdo desta vertente da prática letiva; outro **contributo** de relevo desta investigação. Este instrumento permite analisar o alinhamento de estratégias de ensino específicas com indicadores emergentes de estudos meta-analíticos sobre ensino de Ciências potenciador de aprendizagens eficazes dos alunos (e.g., Schroeder *et al.*, 2007). Destaca-se que se considera que o instrumento poderá também ser útil para professores de ciências que desejem diversificar e adaptar o seu leque de estratégias de ensino, sustentando as suas opções em recomendações da investigação em EC.

A aplicação do acima referido instrumento de análise revelou que o G2 desenvolveu uma saída de campo curricularmente integrada, contextualizada e combinando diversas de estratégias, como: *i)* a exposição, pelo professor ou alunos; *ii)* o questionamento intencional; *iii)* a manipulação de instrumentos pelos alunos; e *iv)* o debate de conceitos, procedimentos, etc., em pequeno grupo ou no grupo turma. Adicionalmente, os principais recursos mobilizados foram: *i)* as tecnologias da informação e da comunicação, e.g., para expor informação e reduzir o *novelty-space* (Orion, 2007), mas também para os alunos fazerem pesquisa de informação e apresentarem os seus trabalhos; *ii)* diversos instrumentos de laboratório e campo; e *iii)* o guia de campo concebido. O manual escolar foi um recurso pouco usado, contrastando com práticas identificadas como usuais na literatura da especialidade (e.g., Herbert *et al.*, 2003).

Considerando a caracterização das práticas letivas dos professores que colaboraram no projeto IPEC (L. Marques *et al.*, 2008) no arranque do projeto, este estudo revelou uma evolução das estratégias de ensino das professoras do grupo, reconhecida pelas próprias docentes (e.g., Morgado *et al.*, 2008).

Ainda referente ao **domínio das consequências**, para as práticas letivas, considerando a questão de investigação, **Qual é o potencial da CoP analisada para o desenvolvimento e adoção de práticas letivas inovadoras e, portanto, para o DPP? Que estratégias de comunicação podem facilitar práticas inovadoras?** o quarto

capítulo analisa a coerência das práticas letivas desenvolvidas pelo G2 com indicadores da literatura da especialidade que caracterizam práticas inovadoras em EC. Analisou-se literatura sobre inovação e práticas inovadoras em EC (e.g., Adams, 2003; Jaskyte, 2009) de forma a identificar um conjunto de descritores não exaustivo. Este constituiu mais um **contributo** da investigação realizada, dado formar um instrumento de análise do carácter inovador de práticas letivas específicas. A análise efetuada revelou evidências empíricas relativamente a 13 dos 14 descritores definidos, pelo que os dados indicam que as docentes do G2 adotaram práticas letivas inovadoras, do tipo *challenging* (Adams, 2003), as quais foram validadas por investigadores em EC. Acresce que colegas das escolas onde as professoras do G2 lecionam se envolveram nas práticas desenvolvidas por esta CoP, o que sugere que inovações criadas com e por professores poderão ser mais facilmente disseminadas e adotadas (Towndrow *et al.*, 2010).

Constatou-se que no caso analisado o uso continuado de ferramentas de comunicação *online* assíncronas, complementado com reuniões presenciais periódicas, permitiu a emergência de práticas inovadoras. Destaca-se que se considera que as referidas reuniões presenciais poderão eventualmente ser substituídas por conferências síncronas recorrendo a uma tecnologia com a qual os docentes se considerem utilizadores competentes (M. Marques *et al.*, 2008), em particular em situações em que as barreiras geográficas sejam uma dificuldade de relevo.

A última vertente do **domínio das consequências**, no que concerne as práticas letivas, foi analisada tendo como referência a questão: **Que princípios orientadores do DC, reconhecidos na literatura da especialidade, foram operacionalizados no desenvolvimento de um módulo curricular pelo G2?** No estudo que se apresenta no capítulo 5 efetuou-se uma consulta de literatura internacional sobre currículo (e.g., Kelly, 2009) com o intuito de propor um instrumento de análise qualitativo baseado em seis princípios de DC.

Os dados analisados revelaram que o G2 operacionalizou princípios de DC identificados na literatura da especialidade, a saber, o princípio de DC: *i)* descentralizado, pela partilha de poder de decisão entre as professoras e investigadores do G2, bem como outros professores ou ainda considerando alguns contributos dos próprios alunos; *ii)* o princípio de DC flexível e diferenciado, dadas as sequências de ensino e aprendizagem alternativas definidas e a adaptação do módulo inicial para melhor se adequar à realidade educativa de cada professora; *iii)* o princípio de DC contextualizado em CTSA, pois o módulo centra-se na análise e tomada de posição relativamente a uma situação-problema controversa; *iv)* o princípio de DC integrado, dada a explícita articulação das disciplinas de Geologia e Química; e *v)* o princípio de DC com fases iterativas, visto terem ocorrido dois ciclos de investigação-ação. Também foi operacionalizado o princípio de DC reflexivo, conforme evidenciou o estudo efetuado por Cruz (2010).

Tendo em conta o exposto, a interação no âmbito do G2 originou um DC coerente com princípios recomendados na literatura da especialidade, o que constituiu uma consequência de relevo ao nível das práticas letivas das docentes envolvidas. Sendo a literatura sobre DC de natureza teórica (Marques, Loureiro, & Marques, em preparação), o presente estudo possibilitou validar empiricamente um conjunto de princípios de DC emergentes da literatura da especialidade e, tal como o próprio instrumento de análise desenvolvido, constitui outro dos **contributos** da investigação empreendida.

Nesta linha de pensamento, destaca-se que a construção dos instrumentos de análise, acima referidos, se alinha com uma das recomendações da investigação, no sentido de desenvolver novos enquadramentos, ferramentas e técnicas para a análise CoP de professores *online* (Schlager *et al.*, 2009), daí a sua valorização.

Secção 6.2: Adaptação do modelo de Clarke e Hollingsworth (2002)

Conforme referido na introdução desta tese, o **Interconnected model of professional growth**, de Clarke e Hollingsworth (2002), revelou-se útil para a compreensão das implicações do processo de DPP empreendido, fazendo emergir aspetos que permitiram a sua adaptação (ver fig.1 desta secção) que se explanam nos parágrafos seguintes. A leitura dos resultados foi efetuada, no que respeita ao processo que levou ao desenvolvimento do módulo curricular, à luz dos ciclos de investigação-ação reconhecidos na literatura da especialidade como transformadores das práticas letivas dos docentes e emancipatórios (Kennedy, 2005; Mamlok-Naaman & Eilks, 2011). Destaca-se que na fig.1 se representam as mudanças nos domínios diretamente analisadas neste estudo de caso, suportando-as em evidências empíricas, cruzando-as com as perspetivas dos membros da CoP selecionada, que foram objeto de publicações. Considera-se que a adaptação do acima referido modelo constitui um **contributo teórico** que se considera de relevo.

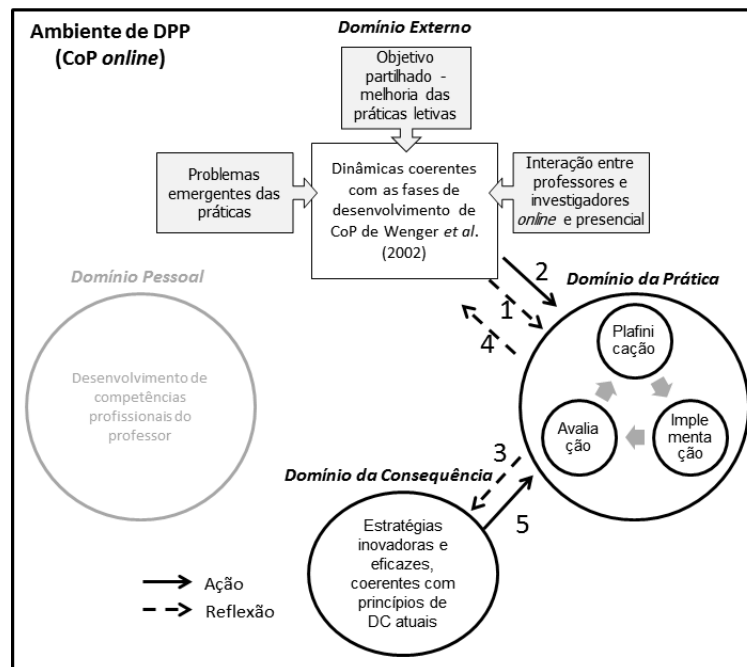


Figura 1 - Adaptação do *Interconnected model of professional growth* de Clarke e Hollingsworth (2002) ao caso estudado

No caso que se reporta neste documento, o ambiente de crescimento profissional, que Clarke e Hollingsworth designam de ambiente de mudança, é constituído pela CoP *online* constituída pelo G2 no âmbito do projeto IPEC. As dinâmicas de interação estabelecidas no âmbito dessa comunidade são coerentes com uma adaptação do modelo de evolução de CoP de Wenger e colegas (2002), revelando inclusive elevada variação nos níveis de participação nas atividades do G2, ao longo dos dois anos de duração da colaboração. Entre os estímulos que caracterizam este domínio externo destacamos pela relevância atribuída pelas professoras (Fernandes *et al.*, 2009; Morgado *et al.*, 2008), bem como pela equipa do projeto (L. Marques *et al.*, 2008):

- I. a identificação de problemas emergentes das práticas das professoras envolvidas (L. Marques *et al.*, 2008), portanto, atendendo às suas preocupações profissionais e detendo elevada relevância para as mesmas, essenciais para, por exemplo, Tytler e colegas (2011);
- II. a interação continuada entre professores de ciências e investigadores em EC, em ambiente *online* complementada com reuniões presenciais. Este tipo de parceria é recomendado na literatura da especialidade (e.g., Kraayenoord, Honan, & Moni, 2011), bem como a complementaridade da interação *online* com a presencial (Matzat, 2013);
- III. a partilha do objetivo de melhoria das práticas letivas (L. Marques *et al.*, 2008; Wenger, 1998).

Processos de reflexão sobre, por exemplo, ideias e conceitos que os membros do grupo descobriram/revisitaram através de leituras sobre EC, partilha de experiências educativas ou fundamentação de ações a desenvolver (como referido em, por exemplo, Morgado *et al.*, 2008), induziram mudanças (representado pela seta 1 na fig.1) ao nível do domínio das práticas. Deste modo, conduziram a experimentação (representado pela seta 2 na fig.1) no que diz respeito planificação processos de DC (colegialmente, informados por literatura da especialidade e recorrendo a ferramentas de comunicação a

distância), à implementação de novas formas de ensinar (novas, pelo menos para as professoras envolvidas) e mesmo à realização de processos avaliativos pouco habituais (Fernandes & Gaspar, 2014; Lucas & Vasconcelos, 2005). A título de exemplo, indica-se a avaliação do próprio módulo curricular e de competências de colaboração dos alunos (Pinto *et al.*, 2009). Reconhece-se, portanto, o desenvolvimento de um ciclo de investigação-ação (Altrichter *et al.*, 1993) que levou ao desenvolvimento de materiais curriculares sobre a sustentabilidade da exploração de recursos geológicos numa pedreira.

Os citados processos reflexivos, incidindo nos resultados da avaliação do módulo curricular, induziram mudanças no domínio das consequências (representado pela seta 3 na fig.1), tendo os membros do G2 reconhecido o caráter inovador das práticas desenvolvidas (Morgado *et al.*, 2008), assim como a sua coerência intencional com indicadores da literatura em EC (Pinto *et al.*, 2009). Os estudos apresentados nos capítulos 3, 4 e 5 validam o auto relato do G2, ao identificar evidências empíricas de que o grupo desenvolveu estratégias eficazes, inovadoras e coerentes com princípios de DC recomendados na literatura da especialidade. Simultaneamente, os mesmos processos reflexivos levaram a mudanças também no domínio externo (representado pela seta 4 na fig.1), na medida em que a dinâmica do G2 passou a incluir também interações com professores que lecionavam nas suas escolas, i.e., o ambiente de DPP das professoras do G2 passou a incluir contributos de professores de ciências das suas escolas, desempenhando, portanto, cada docente do G2 um papel de disseminadora de uma inovação no seio da sua comunidade escolar. Deste modo, a investigação-ação que empreenderam adquiriu, como acima referido, um carácter emancipatório (Mamlouk-Naaman & Eilks, 2011). Por outro lado, o reconhecimento de consequências valorizadas pelos membros do G2 conduziu ao segundo ciclo de investigação-ação, com contributos dos seus grupos de professores locais, que envolveu mais experimentação no domínio das práticas (representado pela seta 5 na fig.1).

Destaca-se que o domínio pessoal surge esbatido na fig.1 pelo facto do foco do estudo de caso que aqui se reporta se centrar na identificação de contributos das CoP ao nível da intervenção no DPP e para as práticas letivas. Adicionalmente, alguns aspetos relevantes para este domínio foram objeto de estudo aprofundado por Cruz (2010) e Rosa (2010), tendo reconhecido mudanças no domínio pessoal do professor ao nível das competências reflexivas e de avaliação, respectivamente. Por outro lado, os próprios membros do G2 efetuaram relatos relativos ao desenvolvimento de conhecimentos, valores e atitudes, i.e., de competências profissionais das professoras como consequência direta do seu envolvimento nesta CoP (Fernandes *et al.*, 2009; M. Marques *et al.*, 2008). As mudanças no domínio pessoal terão conduzido, por sua vez, a alterações ao nível do domínio externo, através de processos de ação, como, por exemplo, ao efetuarem sugestões de bibliografia, novas leituras, visitarem previamente os locais de realização do trabalho de campo e construírem em conjunto materiais curriculares (Marques, Loureiro, & Marques, 2011).

Secção 6.3: Recomendações para ação futura e limitações da investigação

As recomendações para ação futura que se apresentam nesta secção são oriundas dos estudos realizados sobre as quatro unidades de análise desta investigação. Em primeiro lugar, destacam-se recomendações ao nível de medidas para potenciar contributos das CoP *online* de professores e investigadores em EC para as práticas letivas, sendo de interesse para educadores de professores e para legisladores nesta área. Evidenciam-se ainda recomendações ao nível de investigações futuras, dado que, tratando-se de um estudo exploratório, também se pretende apresentar proposições e hipóteses pertinentes para estudos posteriores. Por fim, apresentam-se ainda

recomendações dirigidas a professores que pretendam integrar indicadores da literatura em EC nas suas práticas letivas.

A investigação desenvolvida permitiu propor um conjunto de recomendações visando educadores de professores e legisladores na área do DPP, das quais se destacam:

- i. esperar picos de participação nas atividades da comunidade e atuar em conformidade, nomeadamente, complementando a comunicação *online* assíncrona com reuniões presenciais (Matzat, 2013) ou, se houver abertura por parte dos membros, reuniões *online* síncronas;
- ii. valorizar o contributo dos professores, aumentando a sua confiança na sua capacidade para participar - desta forma fomenta-se o desenvolvimento do sentimento de segurança na comunicação com outros educadores (e.g., Matzat, 2013);
- iii. evitar prazos coincidentes com os finais dos períodos escolares, nos quais os professores parecem estar sujeitos a maiores exigências em termos de vida escolar - as limitações em termos temporais foram reportadas noutros estudos (Karagiorgi & Lymbouridou, 2009; Pereira, 2007), mas não a este nível de especificidade;
- iv. propor o desenvolvimento de ciclos de investigação ação do tipo emancipatório - a proposta da disseminação do módulo desenvolvido no âmbito da CoP em comunidades exteriores promoverá o reconhecimento externo e a confiança dos professores nas suas capacidades (Triggs & John, 2004) e a literatura refere que o facto de tornar público o seu trabalho parece conduzir a um desempenho melhorado por parte dos professores (Lieberman & Mace, 2010);
- v. apoiar os professores na clarificação conceptual de estratégia de ensino (e.g., Leite, 2010), de forma a que na planificação do ensino os professores

- prevejam explicitamente objetivos educacionais, ações a realizar para os alcançar, protagonistas das mesmas e recursos necessários;
- vi. apoiar os professores no desenvolvimento de um reportório amplo de estratégias em EC reconhecidas na literatura da especialidade como eficazes;
 - vii. apoiar os professores numa reconhecida fragilidade, a definição de processos avaliativos com diversas finalidades e recorrendo a uma variedade de instrumentos de avaliação (e.g., Lucas & Vasconcelos, 2005); e
 - viii. apoiar os professores no desenvolvimento de práticas inovadoras, em particular do tipo *challenging* (Towndrow *et al.*, 2010), uma vez que inovações impostas pelo órgão de governo central terem maior probabilidade de serem mal interpretadas e/ou sofrerem resistências pelos professores (Aubusson, 2002).

O estudo que aqui se reporta permitiu delinear o conjunto de recomendações acima apresentado relativamente à interação de professores e investigadores em EC no âmbito de uma CoP *online*. Contudo, reconhece-se que estas recomendações emergem de um estudo de caso único e exploratório (Yin, 2009), com as **limitações** que lhe são inerentes. Realça-se que este tipo de estudos não permite efetuar generalizações, pelo que se considera relevante que estas recomendações sejam **submetidas a investigação** em contextos mais abrangentes e transversais, para determinar a sua validade. Assim, os resultados obtidos deverão ser considerados apenas neste contexto ou mediante a articulação cautelosa com outros estudos na mesma área.

Também se destaca a utilização de técnicas de análise qualitativa, as quais têm associada uma subjetividade de interpretações, podendo ser consideradas **limitadoras** por investigadores que dão preferência a métodos quantitativos. Por exemplo, no estudo sobre os princípios de DC operacionalizados, em que se analisou uma realidade complexa, uma das maiores dificuldades sentidas prendeu-se com a inclusão das unidades de codificação apenas numa das categorias que refletem os princípios

identificados, dado estes se articularem, como se explicitou no capítulo quinto. A definição de categorias de análise com indicadores de inclusão em cada uma, associada à discussão de classificação de unidades de análise em cada uma, foram estratégias implementadas no sentido de reduzir o carácter subjetivo da análise efetuada (Bardin, 1991).

Relativamente a um conjunto de contributos metodológicos relevantes desta investigação, considera-se que seria interessante, para **trabalho futuro**, a validação dos instrumentos de análise construídos através da análise de dados empíricos oriundos de outras CoP com atributos semelhantes, ou mesmo a análise da sua adequabilidade face a comunidades de professores com características distintas.

Outro aspeto que poderá ser considerado **limitador** é o próprio perfil das professoras envolvidas no G2. Conforme descrito no capítulo dois, destaca-se que as docentes do grupo detinham pós-graduações (sendo quatro mestrados), o que indicia se tratar de um grupo altamente motivado para a melhoria das suas práticas (relembra-se que este constituiu o objetivo partilhado pelos membros do grupo). Assim, poder-se-á argumentar que CoP envolvendo professores com perfis distintos, nomeadamente com menor motivação, não contribuirão do mesmo modo para a melhoria das práticas letivas, dado poderem não partilhar de forma tão intensa este objetivo. Desta forma, uma **linha de investigação** interessante seria no âmbito da relação da detenção de pós-graduações com o envolvimento bem-sucedido em comunidades desta natureza. Outro aspeto relacionado que poderia ser alvo de **investigação futura** consiste em tentar determinar em que medida o tipo de intervenção de DPP estudada, CoP *online* de professores e investigadores, poderá ser bem-sucedida com professores com diferentes perfis (sem pós graduações, professores-estudantes ou mesmo grupos de professores com uma mistura de características).

Por fim, a impossibilidade de articular mais aprofundadamente outros referentes teóricos, nomeadamente no âmbito de ambientes de trabalho colaborativo, da *activity*

CoP *online*: contributos para a prática letiva

theory (Engeström, 1999; Vygotsky, 1978), deveu-se à necessidade de manter um foco investigativo. Nesta linha, considera-se que em **trabalhos futuros** poder-se-ia analisar as dinâmicas de CoP *online*, como a selecionada, com outros enfoques teóricos.

Sintetizando as recomendações efetuadas visando investigadores em Educação, propõe-se submeter a futuros estudos:

- i. as recomendações para educadores de professores e legisladores aqui apresentada;
- ii. os instrumentos de análise qualitativa desenvolvidos e efetuar o seu aperfeiçoamento com base em novas evidências empíricas;
- iii. CoP de professores e investigadores *online* com diferentes perfis ou mistura de perfis, visando efetuar recomendações relativas à possibilidade da generalização desta forma de intervenção de DPP.

Secção 6.4: Reflexão final

Nesta secção efetua-se uma concisa reflexão ao nível do processo de desenvolvimento de competências transversais de investigação que o presente trabalho no âmbito do Programa Doutoral em Didática e Formação constituiu para a autora, tendo como referência o *Vitae Researcher Development Framework* (2010).

Em primeiro lugar, no que respeita o **domínio do conhecimento e habilidades intelectuais**, por exemplo, as revisões de literatura da especialidade efetuadas possibilitaram o desenvolvimento de um enquadramento teórico pessoal relativo às áreas das unidades de análise delineadas, o qual foi enriquecido com inferências baseadas na análise de dados empíricos. Deste modo, a autora foi desenvolvendo a convicção de que CoP, em contextos semelhantes ao estudado, detêm um elevado potencial para o DPP e melhoria de práticas letivas, a qual foi reforçada pelo estudo de caso empreendido.

Por outro lado, aprofundaram-se questões metodológicas no âmbito da identificação e formulação de questões de investigação frutíferas, pesquisa e síntese de literatura, técnicas qualitativas de recolha de dados e de análise de conteúdo. Também se reconhece o desenvolvimento das competências de análise e reflexão crítica, nomeadamente de relatos de investigações pesquisados, de fontes de informação selecionadas e do próprio trabalho investigativo.

Reconhece-se ainda o desenvolvimento das capacidades de leitura e escrita, quer em língua Portuguesa quer Inglesa, dada a necessidade sentida de conhecer a área estudada, assim como divulgar o trabalho desenvolvido, também a nível internacional.

No âmbito do domínio da **eficácia pessoal**, o trajeto percorrido constituiu uma grande lição no que concerne a persistência, no sentido de identificar e delinear estratégias para ultrapassar dificuldades, assim como de organização e gestão de tempo, dado ter realizado o estudo reportado em paralelo com a sua atividade profissional de docente. Adicionalmente, e apreciando o que aprendeu ao nível de padrões/critérios de práticas investigativas recomendadas, procurou-se desenvolver o trabalho com integridade profissional e de forma responsável. Deste modo, durante todo o processo procurou-se *i)* seguir um código de conduta coerente com aspetos éticos, no que respeita investigação envolvendo seres humanos, tendo considerado possíveis impactos deste estudo de caso nos participantes; *ii)* compreender e respeitar normas relativas à autoria de património intelectual; assim como *iii)* reconhecer e respeitar a co-autoria de trabalhos investigativos. Pelo descrito, considera-se que também se verifica uma evolução no que respeita ao domínio da **orientação e organização da investigação**.

Por fim, no que concerne ao domínio do **envolvimento, influência e impacto**, as publicações já efetuadas ou ainda em processo de submissão e revisão, que constituem o corpo desta tese, permitem divulgar a investigação realizada e potenciar o aumento do seu impacto. Destaca-se ainda que a preparação destes artigos, propostos para publicação em periódicos de comunidade de investigação educativa internacional, foi

CoP *online*: contributos para a prática letiva

possível devido à participação em encontros científicos. Desta experiência despertou a necessidade de comunicar o mais eficazmente possível e recorrendo a diversas tecnologias de comunicação.

Referências bibliográficas

- Adams, R. (2003). *Perceptions of innovations: exploring and developing innovation classification*. Tese de Doutoramento não Publicada, Cranfield University, Cranfield.
- Altrichter, H., Posch, P., & Somekh, B. (1993). *Teachers investigate their work: an introduction to the methods of action research*. London: Routledge.
- Aubusson, P. (2002). An ecology of science education. *International Journal of Science Education*, 24(1), 27-46.
- Barab, S. A., MaKinster, J. G., & Scheckler, R. (2004). Designing System Dualities: Characterizing An Online Professional Development Community. In S. A. Barab, R. Kling & J. H. Gray (Eds.), *Designing for virtual communities in the service of learning*. Cambridge, UK: Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Baran, B., & Cagiltay, K. (2010). The Dynamics of Online Communities in the Activity Theory Framework. *Educational Technology & Society*, 13(4), 155–166.
- Bardin, L. (1991). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33, 3–15.
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18, 947-967.
- Cruz, M. G. (2010). *Interações em comunidades de prática online e reflexividade docente: um estudo de caso envolvendo professores de ciências*. Dissertação de Mestrado não Publicada, Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Cuddapah, J. L., & Clayton, C. D. (2011). Using Wenger's Communities of Practice to Explore a New Teacher Cohort. *Journal of Teacher Education*, 62(1), 62-75.
- Engeström, Y. (1999). Activity theory and individual and social transformation. In Y. Engeström, R. Miettinen & R. Punamaki (Eds.), *Perspectives on activity theory* (pp. 19-38). New York: Cambridge University Press.
- Fernandes, D. & Gaspar, A. (2014). Dez anos de investigação em avaliação das aprendizagens (2001-2010): uma síntese de teses de doutoramento. In C. Tomás & C. Gonçalves (Orgs.), *Conference Proceedings of VI Encontro do CIED - I Encontro Internacional em Estudos Educacionais. Avaliação: Desafios e Riscos*, pp. 512-527. Lisbon: CIED.
- Fernandes, I., Morgado, M., Rebelo, D., Pinto, M. J., Tavares, A., Marques, L., et al. (2009). *Dinâmicas de interação numa Comunidade de Prática On-line e seus impactes no desenvolvimento profissional dos professores envolvidos*. Artigo apresentado na Conferência Educação e Formação: Ciência, Cultura e Cidadania. Actas XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo Branco.
- Gongla, P., & Rizzuto, C. R. (2001). Evolving communities of practice: IBM Global Services experience [Electronic Version]. *International Business Machines*, from <http://www.research.ibm.com/journal/sj/404/gongla.pdf>

- Grossman, P., Wineburg, S., Woolworth, S., & Washington, U. o. (2000). What Makes Teacher Community Different from a Gathering of Teachers? (pp. 64): Center for the Study of Teaching and Policy - University of Washington.
- Herbert, S., Rampersad, J., Akinmade, C., & Maharaj-Sharma, R. (2003). *Lower Secondary Science Teaching and Learning: A Glimpse into the Science Classroom*. School of Education: UWI, St. Augustine.
- Howell, J. D. (2007). *Online communities of practice and their role in the professional development of teachers*. Unpublished PhD Thesis, Queensland University of Technology, Brisbane.
- Jaskyte, K., Taylor, H. and Smariga, R. (2009). Student and Faculty Perceptions of Innovative Teaching. *Creativity Research Journal*, 21(1), 111-116.
- Karagiorgi, Y., & Lymbouridou, C. (2009). The story of an online teacher community in Cyprus. *Professional Development in Education*, 35(1), 119-138.
- Kelly, A. V. (2009). *The curriculum: Theory and practice* (6^a ed.). London: SAGE.
- Kennedy, A. (2005). Models of Continuing Professional Development: a framework for analysis *Journal of In-service Education*, 31(2), 235-250.
- Kraayenoord, C. E. v., Honan, E., & Moni, K. B. (2011). Negotiating knowledge in a researcher and teacher collaborative research partnership. *Teacher Development*, 15(4), 403-420.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: University Press.
- Leite, T. (2010). *Planeamento e concepção da acção de ensinar* (Vol. 2). Aveiro Universidade de Aveiro.
- Lieberman, A., & Mace, D. P. (2010). Making Practice Public: Teacher Learning in the 21st Century. *Journal of Teacher Education*, 61(1-2), 77 –88.
- Loureiro, M. J., Marques, L., Marques, M. M., Guerra, C., Oliveira, T., Chagas, I., et al. (2008). *Investigação e Práticas lectivas em Educação em Ciência: Dinâmicas de interacção*. Paper presented at the Actas do Colóquio "Da investigação à prática: Interações e debates" (CD-ROM), Aveiro.
- Lucas, S., & Vasconcelos, C. (2005). Perspectivas de ensino no âmbito das práticas lectivas: Um estudo com professores do 7º ano de escolaridade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(3), Artículo 4. En http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART4_Vol4_N3.pdf.
- Mamluk-Naaman, R., & Eilks, I. (2011). Different types of action research to promote chemistry teachers' professional development: A joined theoretical reflection on two cases from Israel and Germany. *International Journal of Science and Mathematics Education*.
- Marques, L., Loureiro, M. J., Praia, J. F., Lopes, C., Marques, M. M., Pinho, S., et al. (2008). *Descrição detalhada das actividades efectuadas no decurso do projecto IPEC*. Aveiro: Universidade de Aveiro o. Document Number)
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (2011). Dinâmicas de interacção numa comunidade de prática *online* envolvendo professores e investigadores: um estudo no âmbito do projecto IPEC *Revista Educação, Formação & Tecnologias*, n.º extra, Abril de 2011, 37-46.
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (em preparação). Desenvolvimento curricular numa comunidade de prática: princípios operacionalizados no âmbito do projeto IPEC
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., Marques, L., & Lopes, C. (2008). *Utilização de tecnologias de comunicação online: Caso de um projecto envolvendo investigadores e professores*. Paper presented at the Conferência IADIS Ibero-Americana, WWW/Internet 2008.
- Matzat, U. (2013). Do blended virtual learning communities enhance teachers' professional development more than purely virtual ones? A large scale empirical comparison. *Computers & Education*, 60(40–51).

CoP *online*: contributos para a prática letiva

- McDermott, R. (2000). Community development as a natural step. *Knowledge Management Review*, 3(5), 16-19.
- Morgado, M., Rebelo, D., Marques, L., Loureiro, M. J., Fernandes, I., Tavares, A., et al. (2008). *Exploração Sustentada de Recursos Geológicos – Uma Abordagem Didáctica Interdisciplinar Desenvolvida em Contexto On-line*. Artigo apresentado no XV Simpósio sobre Enseñanza de la Geología, Universidade de Alcalá: Guadalajara.
- Orion, N. (2007). A Holistic Approach for Science Education For All. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(2), 111-118.
- Pereira, M. (2007). *Co-construção de estratégias de ensino numa Comunidade de Prática online*. Dissertação de Mestrado. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Pinto, M. J., Rebelo, D., Morgado, M., Fernandes, I., Tavares, A., Marques, L., et al. (2009). *Recursos Geológicos – Um Exemplo de Abordagem Interdisciplinar para o 11º ano de escolaridade*. Artigo apresentado na Conferência Educação e Formação: Ciência, Cultura e Cidadania. Actas XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo Branco.
- Rosa, C. S. F. (2010). *Interações em Comunidades de Prática online sobre a avaliação*. Dissertação de Mestrado não publicada, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Schlager, M., Fusco, J., & Schank, P. (2002). Evolution of an on-line education community of practice. In *Building virtual communities: Learning and change in cyberspace* (pp. 129-158). New York: Cambridge University Press.
- Schlager, M. S., Farooq, U., Fusco, J., & Schank, P. (2009). Analyzing Online Teacher Networks: Cyber-Networks Require Cyber-Research Tools *Journal of Technology Education*, 60(1), 86-100.
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T.-Y., & Lee, Y.-H. (2007). A Meta-Analysis of National Research: Effects of Teaching Strategies on Student Achievement in Science in the United States. *Journal Of Research In Science Teaching*, 44(10), 1436–1460.
- Towndrow, P., Tan, A., Yung, B., & Cohen, L. (2010). Science Teachers' Professional Development and Changes in Science Practical Assessment Practices: What are the Issues? *Research in Science Education*, 40(2), 117-132.
- Triggs, P., & John, P. (2004). From transaction to transformation: information and communication technology, professional development and the formation of communities of practice. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20(6), 426-439.
- Tytler, R., Symington, D., Darby, L., Malcolm, C., & Kirkwood, V. (2011). Discourse communities: A framework from which to consider professional development for rural teachers of science and mathematics. *Teaching and Teacher Education*, 27, 871-879.
- VITAE. (2010). The Vitae Researcher Development Framework (RDF). Consultado a 2014-04, de <https://www.vitae.ac.uk/researchers-professional-development/about-the-vitae-researcher-development-framework/developing-the-vitae-researcher-development-framework>
- Vygotsky, L. (1978). *Mind and society*. Oxford: Blackwell.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wenger, E., McDermott, R., & Snyder, W. M. (2002). *Cultivating communities of practice: a guide to managing knowledge*. Boston: Harvard Business School Press.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: design and methods* (4ª ed. Vol. 5). California: Sage Publications.

RIA – Repositório Institucional da Universidade de Aveiro

<http://ria.ua.pt>

Os anexos áudio só estão disponíveis para consulta através do CD-ROM.

Para consultar o CD-ROM deve dirigir-se ao balcão de atendimento da Biblioteca da UA.

Serviços de Biblioteca, Informação Documental e Museologia
Universidade de Aveiro