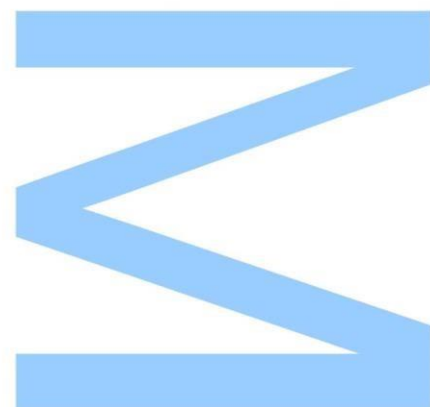


# Exposição ao radão: um estudo no âmbito da aprendizagem baseada na resolução de problemas



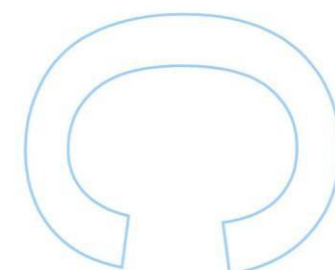
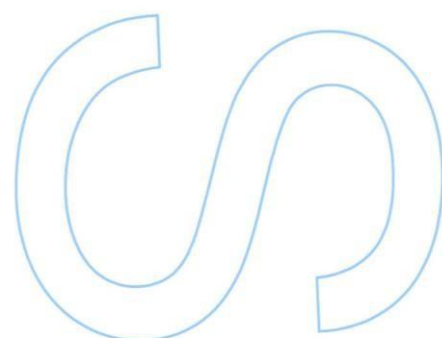
Luís Filipe de Barros Maria Dias

Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do  
Ensino Básico e no Ensino Secundário  
Unidade de Ensino das Ciências  
2021

## Orientadores

Clara Vasconcelos, Professora Associada com Agregação,  
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Luís Calafate, Professor Auxiliar,  
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

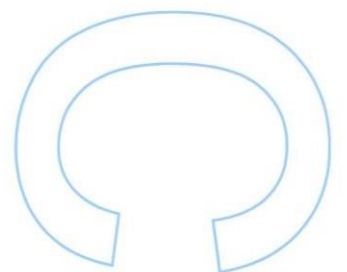
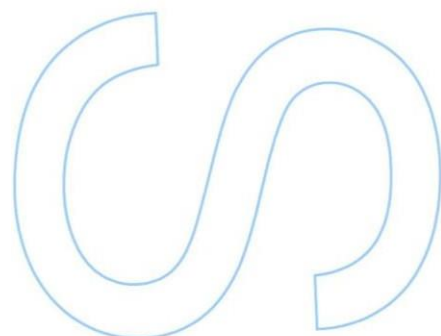
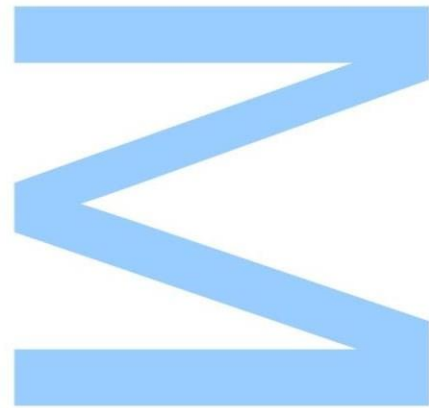




Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_





*Educação não transforma o mundo.*

*Educação muda as pessoas.*

*Pessoas transformam o mundo.*

Paulo Freire (1921-1997)

## Agradecimentos

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, a todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram, não só para a elaboração deste relatório de estágio, mas também para a incrível experiência que foi a realização deste projeto de Iniciação à Prática Profissional (IPP). Na realidade, a elaboração deste relatório apenas foi possível graças ao incentivo e contribuição de várias pessoas e instituições, às quais gostaria de expor o meu reconhecimento.

Aos orientadores científicos da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, a Professora Doutora Clara Vasconcelos, pela sua preciosa ajuda sem a qual este percurso não seria possível, e o Professor Doutor Luís Calafate, pela paciência para uma segunda orientação. Por toda a ajuda, disponibilidade e orientação ao longo destes dois anos de percurso, os seus conselhos e críticas construtivas foram fundamentais para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao orientador cooperante da instituição de ensino que me acolheu na IPP, por toda a amizade, apoio e partilha de experiências e conhecimentos, tendo sempre o cuidado de nos proporcionar uma ótima integração na escola e no quotidiano escolar.

À instituição de ensino de IPP, aos professores que nos auxiliaram desde o primeiro dia, e aos “meus” alunos que me mostraram que o professor, para além de ensinar, também aprende todos os dias. Um obrigado por todos os bons momentos.

Aos meus colegas de mestrado pelo companheirismo e amizade ao longo deste desafiante percurso. Um obrigado, ainda, às colegas que me acompanharam mais de perto na IPP por toda a dedicação, entreajuda e gargalhadas.

À minha família e amigos que foram fundamentais ao longo deste percurso, um obrigado por todas as palavras de incentivo e por acreditarem em mim. Aos meus avós, à minha irmã e aos meus sobrinhos, que fazem os meus dias serem mais felizes.

Aos meus pais por todo o carinho, apoio e valores que me transmitem todos os dias e por me mostrarem que através do trabalho e da dedicação não há impossíveis.

À Telma por todo o amor, apoio incondicional e ajuda em todos os momentos. Obrigado por estares sempre presente e acreditares em mim! Sem ti este meu percurso não seria possível.

## Resumo

A sociedade atual encontra-se num período muito conturbado, marcado, incontestavelmente, pela pandemia de Covid-19. Esta pandemia provocou enormes desafios ao nível dos sistemas de saúde mundiais, gerando, conseqüentemente, profundas crises económicas, sociais e ambientais. Em simultâneo, deparamo-nos com avanços científicos constantes em diversas áreas, tornando-se difícil conseguir acompanhar todas as inovações que vão ocorrendo.

A escola tem um papel fundamental no desenvolvimento de competências científicas que permitam o estímulo da literacia científica, da descoberta e da procura. O uso, em sala de aula, de uma metodologia como a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) torna-se, desta forma, fulcral no desenvolvimento de competências investigativas, procurando dar maior protagonismo ao aluno no seu processo de aprendizagem. Contrastando com as metodologias tradicionalistas, nas quais o professor tem o papel central, a ABRP procura que os alunos estimulem as suas capacidades cognitivas e de carácter social, através do trabalho em grupo, construindo o seu próprio conhecimento.

Atendendo aos benefícios da metodologia ABRP, importa destacar a necessidade de mais estudos, com o objetivo de potenciar a confiança do corpo docente para a adoção e implementação desta metodologia na prática letiva. Com base nesta perspetiva, foi desenvolvido o presente estudo, com a aplicação da metodologia ABRP a uma turma do 9º ano de escolaridade. A partir de um cenário apresentado, através de uma banda desenhada, pretendeu-se avaliar o desenvolvimento de competências cognitivas e comportamentais, no âmbito do tema: exposição ao gás radão. O método de investigação utilizado neste estudo foi qualitativo e os dados foram obtidos através de observação e mapas de conceitos.

No decurso desta investigação, os resultados obtidos demonstraram que a implementação da metodologia ABRP teve uma repercussão positiva, influenciando, favoravelmente, a aprendizagem de conteúdos por parte dos discentes, no âmbito da temática em estudo. A utilização desta metodologia permitiu, ainda, motivar os alunos, promovendo a comunicação e a colaboração entre pares.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, Literacia científica, Radão, Mitigação, Observação, Mapas de conceitos.

## Abstract

Today's society is going through a very turbulent period, undeniably marked by the Covid-19 pandemic. This pandemic caused enormous challenges to the world's health care systems, consequently generating profound economic, social and environmental crises. At the same time, we are faced with constant scientific advances in various areas, making it difficult to keep up with all the innovations that occur.

School has a key role in the development of scientific skills that enable the stimulation of scientific literacy, discovery and exploration. The use, in the classroom, of a methodology such as Problem-Based Learning (PBL) becomes, therefore, central to the development of investigative skills, aiming to give more prominence to the student in his learning process. In contrast with traditional methodologies, in which the teacher plays the central role, PBL seeks to stimulate the students' cognitive and social skills, through group projects, building their own knowledge.

Given the benefits of the PBL methodology, it is important to highlight the need for further studies, with the purpose of boosting the teachers' confidence to adopt and implement this methodology in their teaching practice. Based on this perspective, this study was developed by applying the PBL methodology to a 9th grade class. Using a scenario presented through a comic strip, the intention was to assess the development of cognitive and behavioral skills, within the scope of the theme: exposure to Radon gas. The research method used in this study was qualitative and the data was obtained through observation and concept maps.

The results of this research showed that the implementation of the PBL methodology had a positive repercussion, favorably influencing the learning of contents by the students, within the scope of the theme under study. The use of this methodology also motivated students, promoting communication and collaboration among peers.

**Key-words:** Problem-Based Learning, Scientific literacy, Radon, Mitigation, Observation, Concept maps.

# Índice

Agradecimentos.....	V
Resumo .....	VII
Abstract .....	VIII
Índice.....	IX
Lista de figuras .....	XI
Lista de tabelas.....	XII
Lista de abreviaturas.....	XIII
Capítulo 1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização da investigação .....	2
1.2. Problema e objetivos da investigação .....	5
1.3. Organização do relatório de estágio .....	6
Capítulo 2. Enquadramento teórico.....	7
2.1. Enquadramento científico .....	7
2.1.1. Radioatividade natural .....	7
2.1.2. Um gás radioativo - Radão.....	8
2.1.3. Risco de exposição .....	10
2.1.4. Presença do radão em Portugal.....	11
2.1.5. Legislação aplicável .....	13
2.1.6. Radão nos espaços interiores .....	14
2.2. Enquadramento educacional .....	16
Capítulo 3. Metodologia da Investigação .....	21
3.1. Classificação da Investigação .....	21
3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados.....	23
3.2.1. Observação.....	23
3.2.2. Mapas de conceitos .....	27
3.3. Validade e fiabilidade dos instrumentos de recolha de dados.....	29
3.4. Caracterização da amostra.....	30
Capítulo 4. Programa de Intervenção .....	31
4.1. Planificação e recursos educativos.....	31
4.2. Aplicação do Programa de Intervenção .....	32
Capítulo 5. Resultados e Discussão .....	35
5.1. Resultados e discussão relativos à observação .....	35
5.2. Resultados e discussão relativos ao mapa de conceitos .....	40

Capítulo 6. Conclusões.....	44
6.1. Conclusões Gerais .....	44
6.2. Limitações e sugestões para futuras investigações .....	46
6.3. Contributos da investigação para o desenvolvimento profissional .....	47
Referências bibliográficas .....	49
Apêndice 1 – Ficha de apresentação do cenário-problema .....	55
Apêndice 2 – Documentos de apoio (Texto de apoio 1) .....	56
Apêndice 3 – Documentos de apoio (Texto de apoio 2) .....	58
Apêndice 4 – Documentos de apoio (Texto de apoio 3) .....	60
Apêndice 5 – Documentos de apoio (Cartaz).....	61
Apêndice 6 – Documentos de apoio (Folheto) .....	62
Apêndice 7 – Ficha de monitorização .....	63
Apêndice 8 – Mapa de conceitos (não preenchido) .....	64
Apêndice 9 – Mapa de conceitos de referência .....	65
Apêndice 10 – Grelha de observação individual .....	66
Apêndice 11 – Grelha de observação grupal .....	67
Apêndice 12 – Planificação de aula (PI).....	68
Apêndice 13 – Produto final (Mapas de conceitos preenchidos) .....	69

## Lista de figuras

Figura 1 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável associados ao estudo .....	4
Figura 2 – Fontes de radioatividade natural (Retirado de Ferreira, A., 2009, p.36) .....	8
Figura 3 – Concentrações médias de urânio e tório nas diferentes rochas da crosta terrestre (Retirado de Ferreira, A., 2009, p.23) .....	9
Figura 4 – Radão e os seus descendentes radioativos (Retirado de ITN, 2012, p.6) .....	10
Figura 5 – Comparação entre as Cartas Geológicas de Portugal e o Mapa de concentrações médias de radão (Adaptado com base nas Cartas Geológicas de Portugal de 1876 e 2010 do LNEG) .....	12
Figura 6 – Proveniência do radão no interior de uma habitação (Retirado de McColl, N., 2010, p.17) .....	15
Figura 7 – Elementos chave de auxílio ao professor-tutor na sua função de facilitador da aprendizagem (Adaptado de Vasconcelos & Almeida, 2012, p.23-25) .....	19
Figura 8 – Diferentes fases da metodologia ABRP (Adaptado de Vasconcelos & Almeida, 2012, p.13-15) .....	20
Figura 9 – As fases cíclicas da Investigação-Ação (Adaptado de Hudson, Owen & van Veen, 2006, p.581) .....	21
Figura 10 – Exemplar de um mapa de conceitos (Adaptado de Novak & Gowin, 1984, p.33) .....	28
Figura 11 – Construção do mapa de conceitos .....	33
Figura 12 – Resultados da observação grupal .....	35
Figura 13 – Resultados da observação individual .....	37
Figura 14 – Estrutura da folha entregue aos alunos para construção do mapa de conceitos .....	40
Figura 15 – Mapa de conceitos de referência deste PI .....	41
Figura 16 – Valores atribuídos aos mapas de conceitos .....	42

## Lista de tabelas

Tabela 1 – Aprendizagens essenciais de Ciências Naturais do 9º ano de escolaridade, relacionadas com o PI. (Adaptado de Ministério da Educação e Ciência, 2020, p.6-9)	4
Tabela 2 – Objetivos conceituais, educacionais e profissionais do PI.....	5
Tabela 3 – Parâmetros utilizados na grelha observação individual e níveis de desempenho.....	24
Tabela 4 – Parâmetros utilizados na grelha observação grupal e níveis de desempenho.....	26
Tabela 5 – Parâmetros utilizados na análise dos mapas de conceitos.....	29

## Lista de abreviaturas

ABRP - Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

AE - Aprendizagens Essenciais

FCUP – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

IA - Investigação-Ação

IPP - Iniciação à Prática Profissional

LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia

NEE - Necessidades Educativas Especiais

PES - Prática de Ensino Supervisionada

PI - Programa de Intervenção

UTAD - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro



## Capítulo 1. Introdução

O presente relatório de estágio foi desenvolvido no âmbito da unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional (IPP), incluindo a Prática de Ensino Supervisionada (PES), do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Este documento resulta da construção e aplicação de um Programa de Intervenção (PI), enquadrado numa investigação educacional implementada no decorrer da IPP, no ano letivo 2020/2021, a uma turma do 9º de escolaridade de uma escola básica e secundária da cidade do Porto.

A frequência da IPP, no contexto de formação inicial de professores, revela-se determinante para a compreensão da componente prática do processo de ensino-aprendizagem, permitindo uma reflexão sobre os métodos, as estratégias e as atividades e contribuindo, de forma crucial, para o desenvolvimento de competências fundamentais ao futuro docente. É, também, o contacto inicial dos professores em formação com a realidade desafiante do ambiente escolar, onde ser professor envolve um compromisso bem mais complexo do que o simples ato de transmitir conteúdos.

Afigura-se determinante ter a capacidade de formar o aluno numa perspetiva integral (refletindo a sua componente social, afetiva e psicológica), tornando-o capaz de responder crítica e autonomamente aos desafios escolares e do dia a dia (Roldão, 2007). Esta capacidade, imprescindível num futuro professor, encontra-se, indubitavelmente, relacionada com a sua capacidade investigativa, sendo, assim, um ponto central na formação dos futuros docentes (Esteves, 2001). O papel do professor deve passar pela reflexão constante do processo de ensino-aprendizagem, estimulando o pluralismo estratégico e a implementação de diferentes metodologias e recursos educativos.

Deste modo, a IPP permitiu a concretização de uma investigação educacional, levando ao desenvolvimento de uma prática letiva direcionada para as exigências da escola atual e consolidando as capacidades necessárias para o início da atividade profissional.

## 1.1. Contextualização da investigação

Face às novas exigências sociais e tecnológicas da sociedade atual, o contexto educativo tem tido dificuldades em acompanhar as mudanças. Hoje em dia, o acesso à informação e a novas fontes de conhecimento é muito rápido, pelo que os alunos necessitam saber pesquisar, filtrar e utilizar os dados de um modo mais eficaz (Moutinho *et al.*, 2014). No ensino das ciências, esta questão torna-se ainda mais premente, sendo fundamental o envolvimento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem do conhecimento científico. O desenvolvimento do espírito crítico e raciocínio científico do aluno são essenciais para este assimilar os fundamentos da ciência e o caráter provisório do conhecimento científico (Baptista, 2010).

Novas exigências devem ser acompanhadas por novas soluções. Sem estas, corremos o risco de, no futuro, se manter a mesma escola, que acaba por reproduzir as desigualdades sociais existentes (Nóvoa, 2017). Na mudança deve ser considerada a organização escolar e o trabalho pedagógico dos professores, começando pela forma como as aulas são lecionadas, passando por adaptações do currículo e, não menos importante, pelos processos de avaliação da aprendizagem (Nóvoa, 2017). Torna-se essencial ter uma escola orientada para o século XXI e centrada na aprendizagem (Martins *et al.*, 2017).

Atendendo às mudanças necessárias, considera-se fundamental, na formação de professores, a cultura de investigação, dado que, atualmente, ainda existe um corpo docente que se rege por uma metodologia tradicionalista, em que os conteúdos são transmitidos de uma forma meramente expositiva, tendo o professor o papel central na sala de aula (Biggs & Tang, 2011). Os alunos, como “espetadores” meramente passivos, não veem a sua individualidade reconhecida devendo-se, assim, estimular o pluralismo estratégico e a atualização de diferentes atividades e recursos didáticos (Alarcão, 2001). Para tal acontecer, deve-se prescindir do modelo do professor como executor de currículos previamente definidos, adotando-se uma postura de professor-investigador. O ato de ensinar não deve continuar a resumir-se à transmissão de conteúdos, focando-se, cada vez mais, na estimulação do desenvolvimento de competências (Nóvoa, 2017).

Torna-se, então, imprescindível que um professor seja capaz de pesquisar, analisar e interpretar, corretamente, estudos relacionados com a sua prática da docência (Coutinho & Lisbôa, 2011). Desta forma, recorrendo à história do Ensino das

Ciências, verifica-se que, com o passar do tempo, os conteúdos que se pretendia que os alunos apreendessem foram sendo alterados, em consonância com o contexto de ensino da época (Cachapuz *et al.*, 2005). Atualmente, segundo uma perspetiva de Ensino Contextualizado, a contextualização do currículo lecionado pretende reforçar que todo o conhecimento envolve uma relação entre o sujeito que aprende e o objeto alvo de aprendizagem (Biggs & Tang, 2011). Este tipo de ensino recorre a situações do quotidiano do aluno e introduz, nas mesmas, conceitos científicos necessários para a sua compreensão (Cohen *et al.*, 2013). Através desta perspetiva, a aprendizagem de um tema ocorre ligada a um contexto que atribui um significado ao tema a estudar, tornando-o relevante para o aluno, aumentando o interesse deste pelo currículo e preparando-o para uma mais fácil aprendizagem ao longo da vida (Biggs & Tang, 2011).

Importa realçar que a implementação de um ensino contextualizado pode ser otimizada com a adoção de uma metodologia de Investigação-Ação (IA) na sala de aula. Esta metodologia de investigação assenta na perspetiva da simultaneidade entre a ação (mudança) e a investigação (compreensão) como base de um processo cíclico que intercala a ação e a reflexão crítica, permitindo um aperfeiçoamento dos métodos, dos dados e da interpretação feita, tendo em conta a experiência e o conhecimento adquiridos no ciclo anterior (Bryman, 2016). A sua adoção na sala de aula permite que os alunos se tornem cidadãos conscientes e focados na resolução dos problemas reais. Para o efeito, e reforçando a ideia da necessidade de termos uma sala de aula do século XXI, torna-se imprescindível a adoção de uma metodologia de ensino que lhes permita desenvolver respostas aos problemas (Martins *et al.*, 2017), surgindo a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), baseada numa perspetiva social e construtivista do conhecimento. Esta metodologia permite ao professor recorrer a diversas estratégias educativas, de modo a incentivar os alunos na construção autónoma das aprendizagens, ficando o professor com o papel de mediador do conhecimento (Barell, 2006; Vasconcelos & Almeida, 2012).

Assim, neste estudo, pretendeu-se implementar a ABRP relacionada com o radão enquanto causador de doenças do sistema respiratório, permitindo que os alunos tenham um papel ativo na construção desses conhecimentos, explorando a interdisciplinaridade indispensável entre a Geologia e a Biologia.

A temática da investigação encontra-se alinhada com as Aprendizagens Essenciais (AE) estabelecidas pelo Ministério da Educação para o 9º ano de

escolaridade. As AE abordadas compreendem o domínio “Viver melhor na Terra” e os subdomínios “Saúde individual e comunitária” e “Organismo humano em equilíbrio” que podem ser consultadas na tabela 1.

Tabela 1 - Aprendizagens essenciais de Ciências Naturais do 9º ano de escolaridade, relacionadas com o PI.  
(Adaptado de Ministério da Educação e Ciência, 2020, p. 6-9)

<b>Domínio</b>	<b>Viver melhor na Terra</b>
<b>Subdomínio</b>	<b>Saúde individual e comunitária</b>
<b>Aprendizagens essenciais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterizar, sumariamente, as principais doenças não transmissíveis, indicando a prevalência dos fatores de risco associados;</li> <li>• Interpretar informação sobre os determinantes do nível de saúde individual e comunitária, analisando a sua importância na qualidade de vida de uma população;</li> <li>• Analisar criticamente estratégias de atuação na promoção da saúde individual, familiar e comunitária, partindo de questões enquadradas em problemáticas locais, regionais ou nacionais.</li> </ul>
<b>Subdomínio</b>	<b>Organismo humano em equilíbrio</b>
<b>Aprendizagens essenciais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir os efeitos do ambiente e dos estilos de vida no equilíbrio do sistema respiratório e no minimizar da ocorrência de doenças, destacando as consequências da exposição ao fumo ambiental do tabaco e indicando medidas que contribuam para o seu bom funcionamento.</li> </ul>

Este PI vai, ainda, ao encontro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável integrados na Agenda 2030, definidos pelos estados membros das Nações Unidas: Vida Saudável e Educação de Qualidade (Figura 1).



Figura 1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável associados ao estudo

## 1.2. Problema e objetivos da investigação

O desenvolvimento deste estudo procurou avaliar o impacto da metodologia de ABRP na aquisição de competências ao nível dos domínios cognitivos e atitudinais, em alunos do 9º ano de escolaridade, sobre a temática da exposição ao radão.

De forma a responder ao problema de investigação proposto e orientar a aplicação do PI, foram delineados os objetivos concetuais, educacionais e profissionais, que se encontram descritos na tabela 2.

Tabela 2 – Objetivos concetuais, educacionais e profissionais do PI.

Tipologia	Objetivos
<b>Concetuais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer a importância do radão na incidência de doenças do sistema respiratório;</li> <li>• Relacionar a ação combinada do tabaco e do radão com o aumento de risco de doenças respiratórias;</li> <li>• Refletir criticamente sobre os efeitos do ambiente e dos estilos de vida no equilíbrio do sistema respiratório.</li> </ul>
<b>Educacionais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover o raciocínio científico e a literacia científica através da metodologia ABRP, no ensino das Ciências Naturais;</li> <li>• Incentivar a um ambiente de trabalho colaborativo.</li> </ul>
<b>Profissionais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir e desenvolver competências no âmbito da Investigação em Educação;</li> <li>• Desenvolver competências no domínio da Metodologia ABRP;</li> <li>• Fomentar o desenvolvimento e a emancipação profissional docente através de uma ação reflexiva e participativa.</li> </ul>

Os objetivos concetuais definidos na tabela 2 e propostos neste estudo, resultaram da adaptação das Aprendizagens Essenciais preconizadas para o 9º ano de escolaridade, anteriormente apresentadas na tabela 1.

### 1.3. Organização do relatório de estágio

O presente documento encontra-se organizado em seis capítulos, nos quais são apresentadas a introdução, justificação e propósito do estudo, enquadramento científico e educacional, metodologia de investigação, resultados, discussão e conclusões expectáveis. Na parte final do documento encontram-se as referências bibliográficas e os apêndices.

Neste primeiro capítulo é feita uma breve introdução da investigação, elucidando o propósito da mesma. Aqui encontra-se a contextualização da investigação, procedendo-se ao enquadramento e justificação do estudo, assim como à contextualização curricular do tema. O problema e objetivos da investigação também são expostos neste capítulo, apresentando-se detalhadamente os objetivos concetuais, educacionais e profissionais. Por fim, é descrita a organização do relatório de estágio.

O segundo capítulo reúne os fundamentos científicos e o enquadramento teórico que são a base deste estudo. Constitui-se, neste capítulo, o corpo concetual da investigação no qual é apresentada uma revisão da literatura subjacente ao tema e é realizado um enquadramento educacional da investigação.

O capítulo três apresenta a metodologia de investigação adotada neste trabalho, compreendendo a classificação da investigação, a caracterização da amostra, bem como as técnicas e instrumentos de recolha de dados utilizados.

No quarto capítulo são evidenciados o planeamento do Programa de Intervenção e a respetiva escolha e construção dos recursos educativos, sendo, ainda, apresentada uma proposta para a implementação do PI.

É no capítulo cinco que se apresentam e analisam os resultados obtidos através da observação e da implementação do mapa de conceitos.

Por último, o capítulo seis reúne as conclusões decorrentes deste estudo, as limitações e dificuldades subjacentes, bem como o contributo deste trabalho no desenvolvimento profissional do investigador.

Aos capítulos supracitados acrescentam-se, ainda, as referências bibliográficas e os apêndices, que possibilitam uma melhor compreensão do estudo apresentado.

## Capítulo 2. Enquadramento teórico

Em qualquer trabalho de investigação, um dos primeiros requisitos é a sistematização da informação existente que possa auxiliar uma melhor compreensão da temática em estudo. Assim, o enquadramento teórico que se apresenta neste estudo é composto pela revisão da literatura que fundamentou o PI desta investigação e encontra-se dividido em duas secções. A primeira secção corresponde ao enquadramento científico, abrangendo uma revisão bibliográfica relativamente aos conteúdos mais relevantes para o fenómeno em estudo. Já a segunda apresenta o enquadramento educacional, descrevendo a ABRP, a metodologia de ensino empregue nesta investigação.

### 2.1. Enquadramento científico

#### 2.1.1. Radioatividade natural

A radioatividade é um fenómeno natural que sempre existiu mas que apenas foi descoberto no ano de 1896, pelo físico francês Henry Becquerel (1852-1908). O físico deixou chapas fotográficas em contacto com urânio, um elemento radioativo natural, e observou manchas nas mesmas, concluindo que estas tinham origem na emissão de radiação (Ferreira, 2009; Martins *et al.*, 2013). Um ano depois, a polaca Marie Curie, a primeira mulher a ser laureada com um Prémio Nobel, interessou-se pelo fenómeno descoberto por Becquerel e percebeu que, para além do urânio, existia outro elemento conhecido, o tório, que também era radioativo (Neves *et al.*, 2003). Com o desenvolvimento de trabalhos na área, juntamente com o marido, o físico francês Pierre Curie, começaram a suspeitar da existência de outros elementos radioativos até então desconhecidos. Um deles foi descoberto em julho de 1898, tendo-lhe sido atribuído o nome de rádio (Ferreira, 2009).

A radioatividade consiste na transformação de um núcleo de um átomo, seguida da emissão de partículas ou de radiação eletromagnética (Neves *et al.*, 2003). O núcleo obtido pode tornar-se estável ou continuar radioativo. A ocorrência deste processo é aleatória, sendo apenas possível determinar a probabilidade de ocorrer, apesar de não ser possível determinar uma data precisa (ITN, 2002).

Hoje sabemos que o fenómeno da radioatividade natural presente na atmosfera resulta, essencialmente, de dois processos: da emanação, proveniente do solo, de

gases nobres radioativos ( $^{222}\text{Rn}$  e  $^{220}\text{Rn}$ ) com origem no natural decaimento do rádio e do tório existentes na crosta terrestre; e da interação entre a radiação cósmica e os gases existentes na atmosfera terrestre (ITN, 2002). Estes processos podem ser observados na figura 2.



Figura 2 - Fontes de radioatividade natural (Retirado de Ferreira, A., 2009, p.36)

Populações que vivem em regiões graníticas, principalmente a região norte e centro de Portugal, estão suscetíveis à radiação proveniente do solo e que se encontra presente no ar atmosférico. Um dos isótopos (átomos de um elemento químico cujos núcleos têm o mesmo número atómico) que mais contribui para a exposição à radiação natural é o radão, sendo que a sua concentração na atmosfera não é constante, variando com as características geológicas de cada região (McColl, 2010).

### 2.1.2. Um gás radioativo - Radão

O radão é um gás inodoro, incolor e insípido, não sendo, por isso, possível ser detetado pelo ser humano. Provém dos elementos urânio, rádio e tório, presentes, naturalmente, em alguns tipos de solos, rochas e, conseqüentemente, nos materiais de construção (ITN, 2002). A distribuição destes elementos na crosta terrestre não é uniforme, encontrando-se concentrações mais elevadas nas rochas graníticas plutónicas e concentrações menores em rochas sedimentares, como o calcário (ITN, 2002). A libertação deste gás está, também, dependente de outros fatores como a permeabilidade e a porosidade das rochas e do solo e, ainda, de fatores climáticos como a pressão atmosférica, a humidade e a temperatura de um determinado local

(Ferreira, 2009; Martins *et al.*, 2013). Na figura 3 é possível observar as concentrações médias de urânio e tório nas diferentes rochas da crosta terrestre.

LITOLOGIA	Urânio (ppm)	Tório (ppm)
Média crustal	2	8
Rochas ígneas máficas	1	3
Rochas ígneas intermédias	2,3	9
Rochas ígneas ácidas	4,5	18
Sedimentos arenosos	1	3
Sedimentos argilosos	4	16
Calcários	2	2
Xistos negros	8	16
Carapaças lateríticas	10	50
Quartzitos, metagrauvaques e metaconglomerados	1,5	5
Mármore e dolomias	0,5	1
Filitos, metargilitos, ardósia	2,5	10
Xistos de origem ígnea	2	6
Xistos de origem sedimentar	2	10
Anfibolitos	0,5	2
Gneisses	3	10
Corneanas pelíticas	2	10

Figura 3 - Concentrações médias de urânio e tório nas diferentes rochas da crosta terrestre (Retirado de Ferreira, A., 2009, p.23)

O gás radão apresenta vários isótopos, sendo os três principais constituídos pelo Radão ( $^{222}\text{Rn}$ ), originado pelo decaimento do urânio; o Actínio ( $^{219}\text{Rn}$ ), produto da desintegração do actínio; e o Torão ( $^{220}\text{Rn}$ ), originado pelo decaimento do tório. Estes dois últimos, por apresentarem um tempo de semivida relativamente curto (4 e 56 segundos, respetivamente) não possuem uma capacidade de difusão elevada, o que reduz o seu perigo (ITN, 2002). Pelo contrário, o radão (que constitui mais de 99% do urânio) tem um tempo de semivida de cerca de 3,825 dias, o que se revela tempo suficiente para que este possa migrar das rochas e do solo para a atmosfera e aí permanecer, sendo o principal responsável pela radioatividade junto à superfície terrestre (Ferreira, 2009; Martins *et al.*, 2013).

As concentrações do gás radão no ar exterior são geralmente baixas, sendo no interior das habitações que o radão se acumula, podendo atingir concentrações muito elevadas (Gray *et al.*, 2009).

### 2.1.3. Risco de exposição

A principal via de entrada do radão no nosso organismo são as vias respiratórias. Durante o processo de respiração, inalamos o radão juntamente com o ar inspirado, sendo que a grande maioria deste é exalado antes de se desintegrar (Gray *et al.*, 2009). No entanto, as partículas de radiação emitidas por este elemento e, principalmente, pelos seus descendentes, originam doses de radiação significativas nos tecidos pulmonares (ITN, 2002). Na verdade, o principal fator radioativo associado ao radão está relacionado com os seus sucessores diretos, que têm origem nos contínuos decaimentos do radão, tais como o Polónio (Po), o Bismuto (Bi) e o Chumbo (Pb) (Gray *et al.*, 2009). Estes isótopos são partículas sólidas e, ao serem inalados, originam elevadas doses de radiação que atingem os tecidos pulmonares. Na figura 4 podemos observar os vários decaimentos do radão e os seus descendentes.

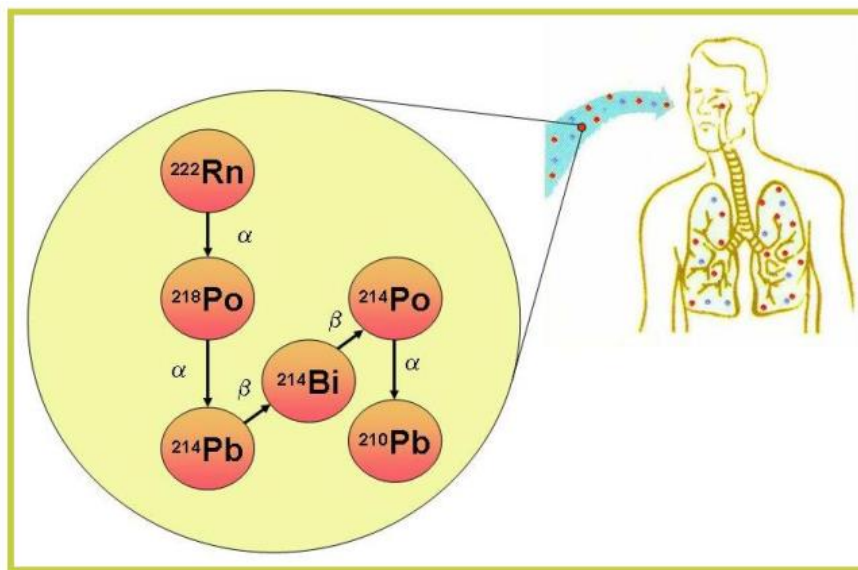


Figura 4 - Radão e os seus descendentes radioativos (Retirado de ITN, 2012, p.6)

A exposição prolongada ao radão provoca quebras nas cadeias de DNA nuclear, o que leva a danos como: perda das funções orgânicas celulares, mutações, morte celular e alterações sanguíneas (McColl, 2010). As consequências da exposição a este gás dependem, invariavelmente, da sua concentração na atmosfera, da dose de radiação recebida e da suscetibilidade natural de cada indivíduo (Gray *et al.*, 2009). O consumo de tabaco, por exemplo, encontra-se relacionado com o aumento do número de casos cancerígenos, uma vez que a combinação da exposição aos dois fatores acarreta um risco acrescido (ITN, 2002; Martins *et al.*, 2013).

O efeito do gás radão sobre a saúde é conhecido já desde os tempos da exploração de minas de urânio, em que se identificaram inúmeros casos de tumores malignos do pulmão entre os trabalhadores (Neves *et al.*, 2003). Atualmente há cada vez mais estudos sobre a exposição ao radão em habitações e edifícios públicos, como escolas e universidades, uma vez que a exposição em locais de estadia prolongada encontra-se interligada com o aumento da incidência de cancro do pulmão (Gray *et al.*, 2009).

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), a exposição prolongada ao radão que se acumula no interior das habitações é, hoje em dia, um dos maiores riscos para o aparecimento de cancro do pulmão, surgindo logo a seguir ao consumo do tabaco (McColl, 2010). Não existem, ainda, dados sobre a mortalidade em Portugal provocada pela exposição a este gás mas, nos Estados Unidos, são estimadas cerca de 20.000 mortes/ano por esta causa.

#### 2.1.4. Presença do radão em Portugal

Ao analisar a Carta Geológica Nacional, conseguimos verificar que os aglomerados de rochas graníticas formam uma grande área do território português, estando, conseqüentemente, a presença de gás radão dispersa por uma parte significativa do território nacional, principalmente nas regiões norte e centro.

Na figura 5 pode observar-se que as regiões com níveis mais elevados de radão são, também, as zonas onde as rochas graníticas estão mais presentes. Os pioneiros Carlos Ribeiro e Joaquim Delgado desenvolveram a primeira Carta Geológica de Portugal (1876), à escala 1:500 000, patente na Exposição Internacional de Filadélfia (LNEG, 1999), na qual se podem verificar os granitos presentes em território nacional (cor-de-rosa escuro). Já a mais recente Carta Geológica de Portugal (2010), à escala 1:1 000 000, foi desenvolvida pelo LNEG (Laboratório Nacional de Energia e Geologia) contando com as precisões dadas pela tecnologia (LNEG, 1999), sendo que as semelhanças entre as duas nos afloramentos graníticos são perceptíveis.

Ainda na figura 5, no mapa de concentrações médias anuais de radão por concelho, conseguimos constatar que a região norte e centro são as regiões que apresentam maiores concentrações e, conseqüentemente, maior risco de exposição.

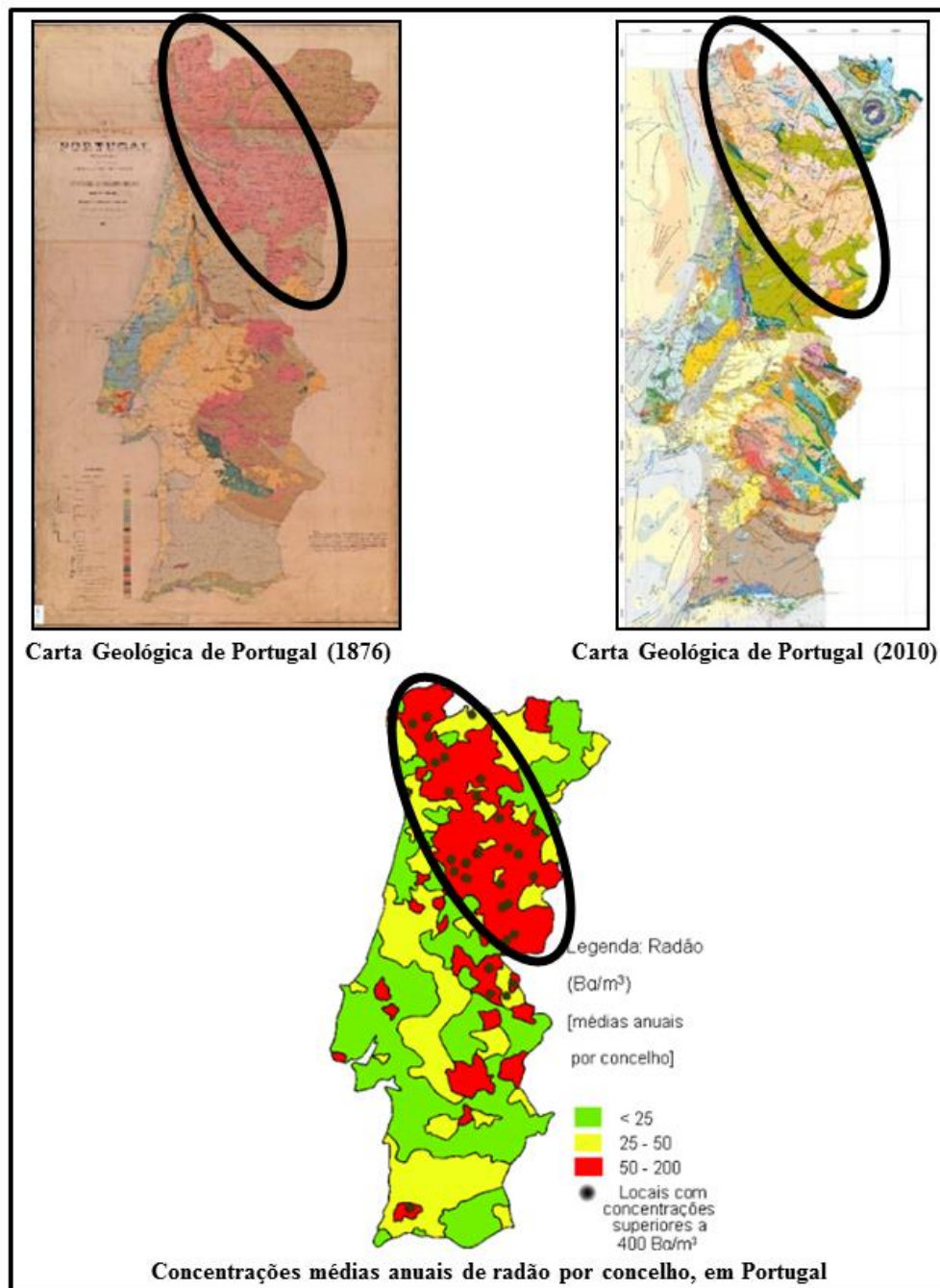


Figura 5 - Comparação entre as Cartas Geológicas de Portugal e o Mapa de concentrações médias de radão  
(Adaptado com base nas Cartas Geológicas de Portugal de 1876 e 2010 do LNEG)

Com base nos dados do Instituto Tecnológico Nuclear de Portugal (ITN) (2002) que efetuou medições em cerca de 4200 edifícios a nível nacional, sabe-se que cerca de 60% das concentrações de radão se situam abaixo dos 50 Bq/m<sup>3</sup>. No entanto, em 2,6% das habitações foram encontrados valores que ultrapassam os máximos recomendados pela legislação portuguesa (400 Bq/m<sup>3</sup>).

Lisa Martins (2017), da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), demonstrou no seu estudo, no qual avaliou o risco de exposição ao radão na região de Trás-os-Montes e Alto Douro, existirem maiores concentrações deste gás em edifícios mais recentes. O estudo avaliou a geologia da região, tendo sido realizadas medições da concentração de radão no interior de 269 edifícios, durante o período de inverno, altura em que se verifica uma menor renovação natural de ar nos espaços interiores. Foram detetados 157 edifícios com concentrações de radão superiores a 300 Bq/m<sup>3</sup>, tendo sido atingindo, em quatro situações, valores dez vezes superiores. Verificou-se, ainda, que a existência de maiores concentrações de radão se localizava na envolvência de falhas geológicas e carreamentos e em áreas de substrato granítico dos concelhos de Vila Real, Alijó, Vila Pouca de Aguiar e Chaves.

### 2.1.5. Legislação aplicável

Como já descrito, a exposição prolongada ao gás radão pode ter consequências graves para a saúde humana. Assim, a presença deste gás em espaços fechados é um fator de preocupação por parte das várias entidades regulamentares um pouco por todo o mundo.

Em Portugal, existe legislação aplicável nesta matéria, impondo limites máximos para a concentração do radão no interior dos edifícios (Gonçalves, 2006). Em território nacional entra em vigor a Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de dezembro, que estabelece os valores mínimos de caudal de ar renovado por divisão, assim como os valores de referência para os poluentes do ar interior. Nesta é estabelecido o valor limite de concentração do radão de 400 Bq/m<sup>3</sup> (400 desintegrações por segundo por metro cúbico) e determinada como obrigatória a análise do gás radão nos edifícios de comércio e serviços em zonas graníticas, mais especificamente nos distritos do Porto, Braga, Vila Real, Viseu, Guarda e Castelo Branco (Gonçalves, 2006; Martins *et al.*, 2013).

Por sua vez, a União Europeia, através da Diretiva 90/143/EURATOM, deixa a recomendação, para as habitações já edificadas, de concentrações médias anuais não superiores a 400Bq/m<sup>3</sup> e, para novas construções, de níveis abaixo dos 200Bq/m<sup>3</sup> (Pereira *et al.*, 2001). Para obtermos estes níveis de concentração torna-se crucial fazer um planeamento cuidadoso da construção dos edifícios, tendo em atenção os materiais de construção, especialmente nas regiões de maior risco.

### 2.1.6. Radão nos espaços interiores

A exposição humana ao gás radão em ambientes fechados é diferente em cada zona e depende de diversos fatores como: os diferentes tipos de solo, rochas, materiais de construção, tipo de clima e, até mesmo, os hábitos domésticos, como a água consumida (Gray *et al.*, 2009). As regiões graníticas são, assim, as zonas mais problemáticas em termos de acumulação de radão nas habitações, não só pelo granito no subsolo, mas, igualmente, pela sua utilização frequente como material de construção (ITN, 2002).

Generalizando, podemos encontrar radão em habitações com espaços pouco ventilados, sendo que a sua acumulação ocorre, tendencialmente, nas divisões inferiores, mais próximas do solo, devido a este ser oito vezes mais denso que o ar. Ocorrem, também, variações sazonais, com maior libertação deste gás em períodos de calor, como no Verão (McColl, 2010). Apesar deste facto, os níveis de radão no interior das habitações são, geralmente, maiores no Inverno, devido à fraca ventilação das divisões durante o tempo frio (Pereira *et al.*, 2001; Martins *et al.*, 2013). Encontramos, ainda, variações ao longo do dia, verificando-se concentrações mais elevadas no período noturno, uma vez que o hábito de “arejar” a habitação ocorre, principalmente, durante o período diurno (McColl, 2010).

Como é possível verificar na figura 6, as principais fontes de radão no interior de uma habitação têm origem nas emanações provenientes do solo (cerca de 95%). As zonas de contacto direto com o subsolo, como fissuras no chão ou juntas de canalização mal vedadas, são geralmente as fontes primárias da entrada do radão. Já os materiais de construção contribuem em menor percentagem (cerca de 5%), enquanto a água consumida contribui com uma percentagem quase residual. Importa realçar que as percentagens podem variar de acordo com as escolhas dos materiais de construção e das fontes de água - se a proveniência for um furo de captação em regiões graníticas os valores podem aumentar drasticamente. Nestes casos, o gás radão pode estar presente, não só no consumo direto de água, mas também quando esta é aquecida, ao se evaporar (Gray *et al.*, 2009).

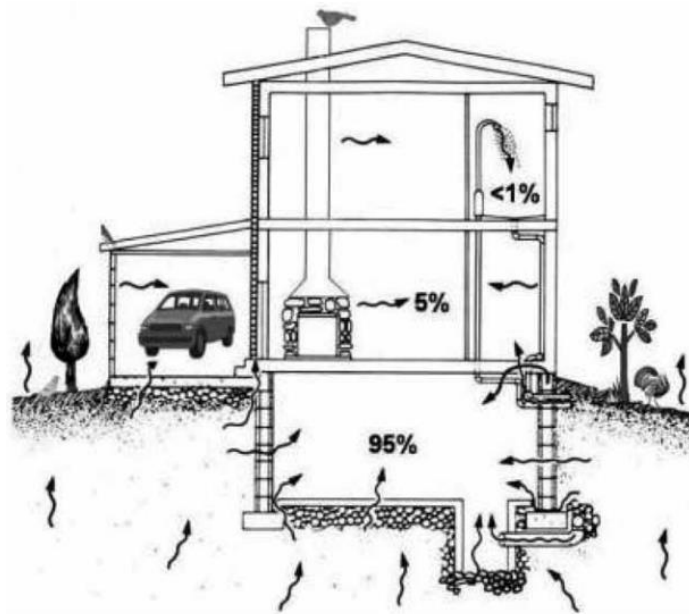


Figura 6 - Proveniência do radão no interior de uma habitação (Retirado de McColl, N., 2010, p.17)

Segundo McColl, (2010), existem vários mecanismos pelos quais o gás radão pode entrar numa habitação: por advecção (circulação através das diferenças de pressão existentes entre o solo e o interior), por difusão (deslocações devido ao gradiente de concentração de radão entre o solo e o interior) e por infiltração (entrada do ar exterior com concentração de radão através de portas ou janelas).

Assim, as medidas de mitigação do radão no interior dos edifícios passam por selar todas as fendas existentes no pavimento ou juntas de tubagens, de forma a impedir a passagem do gás do solo para o interior da habitação (McColl, 2010). A ventilação natural de todos os espaços da habitação é, também, de extrema importância e uma das medidas mais eficazes (Neves *et al.*, 2003; Martins *et al.*, 2013). Em todo o caso, antes de qualquer medida, revela-se crucial apostar na medição da concentração de radão no interior dos edifícios, de forma a projetar a melhor intervenção no espaço (McColl, 2010). Hoje em dia, fazer uma medição da concentração de radão é simples e consiste na colocação de um ou mais detetores nas divisões do edifício em estudo, idealmente nas zonas onde se permanece mais tempo e nas divisões inferiores. Como já foi exposto, as concentrações de radão no interior dos edifícios variam diariamente consoante vários fatores, pelo que se recomenda um período de amostragem não inferior a 3 meses, de modo a reduzir a incerteza dos resultados.

## 2.2. Enquadramento educacional

Ao contrário do que ainda parece acontecer, o ensino e a aprendizagem das ciências não deve consistir apenas na transmissão direta de conteúdos científicos. Este tipo de abordagem mais tradicionalista peca por não introduzir a ciência com origem no conhecimento baseado no método científico o que, tendencialmente, provoca um maior desinteresse e desmotivação por parte dos alunos. Desta forma, a utilização de diferentes metodologias que procurem uma aprendizagem global e integrada do conhecimento científico deve ser privilegiada pelos professores, valorizando o trabalho de pesquisa e a exploração de recursos educativos (Magalhães & Tenreiro-Vieira, 2006; Ferreira, 2009).

A metodologia da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) começou a ganhar uma maior visibilidade em 1969, aquando da sua utilização no curso de Medicina da Universidade de McMaster no Canadá. Esta tinha por base a aprendizagem autónoma, a exploração de problemas do quotidiano e a aprendizagem em pequenos grupos de trabalho (Vasconcelos & Almeida, 2012). Distinguindo-se do ensino mais tradicional por entregar ao aluno um papel central no processo de ensino-aprendizagem, de forma a estimular a sua criatividade, curiosidade, raciocínio científico e autonomia, esta metodologia expandiu-se para outras áreas (como as letras e as ciências) e níveis de ensino (do ensino básico até ao ensino superior), promovendo a interdisciplinaridade (Shin & Kim, 2013).

Enquadrada numa perspetiva socioconstrutivista da aprendizagem, a ABRP defende que o desenvolvimento cognitivo é dependente de interação social (Shabani, 2016), incentivando os alunos a obterem um maior grau de autonomia e competência, no sentido de encontrarem resposta aos desafios da sociedade (Fonseca *et al.*, 2005). Desta forma, nesta metodologia, o aluno desempenha um papel central e ativo no processo de aprendizagem, adquirindo conhecimento ao seu próprio ritmo e explorando problemas reais do quotidiano, em estreito debate e colaboração com os colegas (McNaught *et al.*, 2012; Shabani, 2016). Os problemas em questão devem ser considerados relevantes para os alunos, podendo ser abordados temas como a ciência, a sociedade, a tecnologia e o ambiente, de modo a que estes se sintam integrados e motivados na resolução dos mesmos (Dobber *et al.*, 2017). Estes podem ser apresentados recorrendo aos mais diversos meios como vídeos, notícias de jornal, artigos de revista, entre outros.

Na ABRP, o trabalho em grupo é considerado essencial no processo de aprendizagem. É na dinâmica de grupo que os alunos investigam, recolhem evidências e reúnem factos, formulando hipóteses e propondo soluções (Wu & Hsieh, 2006; Hassard & Dias, 2009). De destacar que a procura pelos conteúdos apela às competências e conhecimentos previamente adquiridos, mas não presume que estes existam (Barell, 2006; Vasconcelos & Almeida, 2012). No processo de investigação e procura de soluções para o problema ocorre a aquisição de novos conhecimentos, uma vez que, ao longo do processo, os alunos sentem a necessidade de pesquisar novos conteúdos e conceitos, sem os quais não são capazes de resolver o problema inicial. Desta forma, os alunos autorregulam a sua aprendizagem, estimulando a autonomia na aquisição de conhecimentos (Lambros, 2004; Almeida & César, 2007).

Para além da aquisição de novos conhecimentos, a ABRP estimula o desenvolvimento das competências de tomada de decisão, comunicação e pensamento crítico, melhorando a capacidade de hetero e autoavaliação. Neste modelo, o trabalho colaborativo (as atividades desenvolvidas envolvem a participação de todos os alunos) é preferido em relação ao tradicional trabalho cooperativo (cada elemento dedica-se a uma parte do trabalho) (McNaught *et al.*, 2012). Desta forma, todos os elementos do grupo atingem o mesmo nível de conhecimentos, contrastando com o modelo tradicional em que cada aluno aprende apenas o necessário para executar a sua parte. O trabalho em grupo permite, ainda, melhorar as capacidades de comunicação, colaboração e relações interpessoais (Lambros, 2004; Wu & Hsieh, 2006; Vasconcelos & Almeida, 2012). Na constituição dos grupos, deve ser tido em conta que estes deverão ser compostos por cerca de quatro a seis elementos, da forma mais heterogénea possível, de modo a promover a multiplicidade de ideias e iguais oportunidades para todos os alunos. Quanto mais heterogéneo um grupo de trabalho, mais criativas e inovadoras poderão ser as soluções propostas para a resolução de um problema. Assim, a ABRP pode ter um papel crucial no levantamento de questões sociais, como a integração de alunos provenientes de diferentes culturas ou com necessidades educativas especiais (NEE) (Hassard & Dias, 2009).

Na metodologia ABRP não pode ser descurada a importância do papel do professor. Embora o ABRP seja um modelo de ensino-aprendizagem centrado no aluno, o professor tem um papel fundamental como professor-tutor, de mediação e facilitação de todo o processo de aprendizagem. Nesta metodologia, é indispensável que o professor possa promover a construção de novos conhecimentos, através do

trabalho em grupo, mas sem interferir em demasia no trabalho dos alunos, promovendo a autonomia. Vasconcelos & Almeida (2012) indicam sete elementos chave que podem auxiliar o professor-tutor na sua função de facilitador da aprendizagem na metodologia ABRP (figura 7):

1. Criar um ambiente rico em aprendizagem, estimulando o aluno a desempenhar um papel central e ativo no processo de ensino;
2. Delinear o papel do professor-tutor na condução do processo de aprendizagem;
3. Planear o processo de ensino-aprendizagem e quais os objetivos a atingir pelos alunos;
4. Estipular os objetivos a alcançar pelos alunos;
5. Auxiliar no planeamento da investigação que os alunos irão realizar para atingir os objetivos;
6. Definir os níveis de envolvimento nas tarefas, estipulando quando e em que momentos o professor deve intervir;
7. Estruturar metas e formas de avaliação.

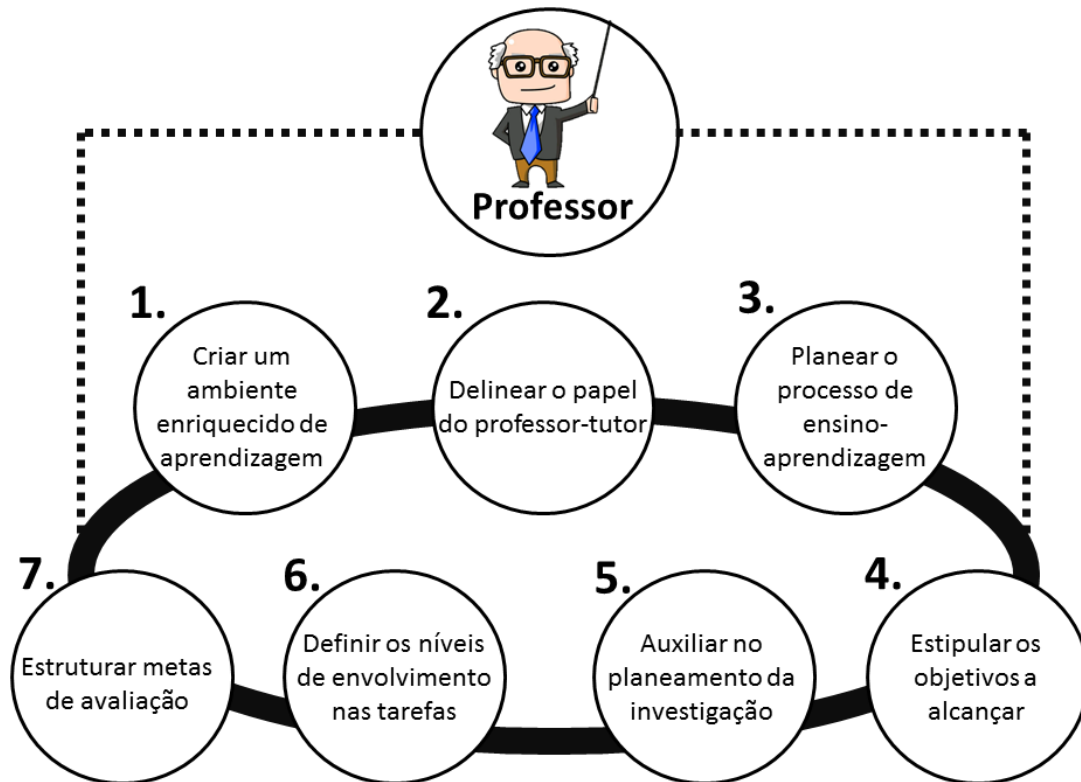


Figura 7 – Elementos chave de auxílio ao professor-tutor na sua função de facilitador da aprendizagem (Adaptado de Vasconcelos & Almeida, 2012, p.23-25)

O professor-tutor deve, assim, ter interferência no processo de aprendizagem ao promover o levantamento de questões e fornecer os recursos necessários, sem interferir no desenvolvimento da capacidade de investigação do aluno, e, na etapa final, avaliar todo o processo decorrido (Vasconcelos & Almeida, 2012). Deste modo, o docente deve conseguir compreender quais as necessidades educativas dos alunos, colmatando falhas que estes possam ter ou, até, eliminar concepções erróneas existentes. As diferentes fases da metodologia ABRP podem ser observadas na sequência da figura 8.

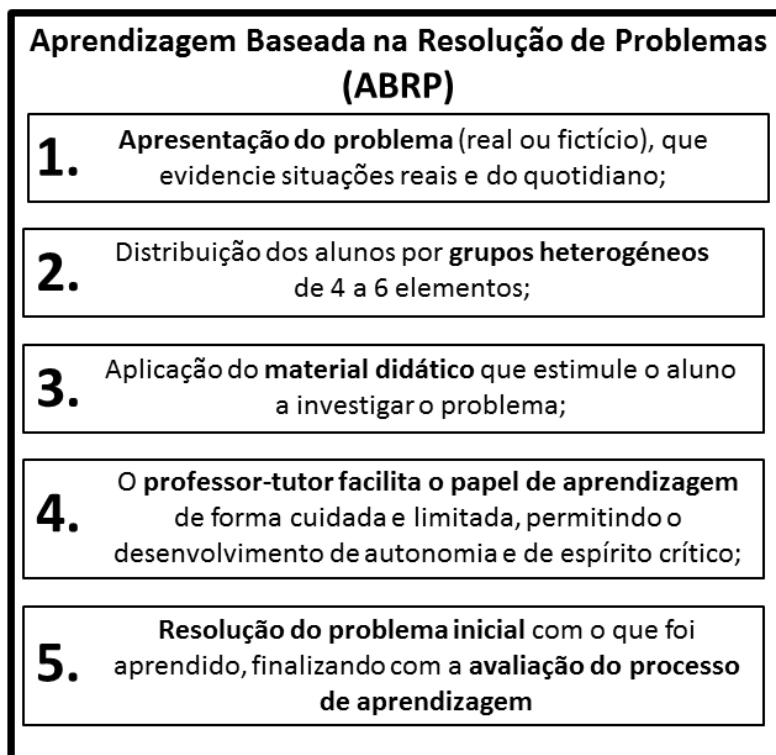


Figura 8 – Diferentes fases da metodologia ABRP (Adaptado de Vasconcelos & Almeida, 2012, p.13-15)

Em suma, a metodologia ABRP apresenta-se como um instrumento valioso na aprendizagem da natureza da Ciência, contribuindo para o desenvolvimento da curiosidade e motivação dos alunos. Todavia, a utilização da ABRP não deve significar a exclusão de todas as outras metodologias de ensino, uma vez que é na diversidade de abordagens que se consegue uma aprendizagem mais completa e ambientes de educação enriquecedores.

## Capítulo 3. Metodologia da Investigação

Depois de estabelecido o problema de investigação e feita uma análise cuidada do enquadramento teórico, do problema e objetivos de investigação e da perspetiva de ensino na qual se centra este estudo, selecionou-se a metodologia de investigação educacional mais conveniente para o propósito que se pretende alcançar. Assim, torna-se importante clarificar o tipo de investigação que se irá desenvolver, as técnicas e os instrumentos de recolha de dados, tal como a sua validade e fiabilidade, não descurando a caracterização da amostra.

### 3.1. Classificação da Investigação

De acordo com Gay e colaboradores (2012), uma investigação na área educacional pode ser classificada tendo em conta o seu propósito e o seu método.

Quanto ao propósito, deve ser tido em conta o grau de aplicabilidade da investigação em ambientes de ensino-aprendizagem. No caso deste estudo, quanto ao propósito, pode ser classificado como Investigação-Ação (IA), que pode ser caracterizada como um grupo de metodologias de investigação que envolvem um processo cíclico com base na ação e na reflexão crítica (Freire, 2009; Coutinho, 2018). De configuração espiral, devido ao carácter cíclico, a IA aplicada ao processo de ensino alterna entre a ação, a prática educativa, e a reflexão. Na IA a repetição dos ciclos pode ser recorrente, permitindo a reformulação de decisões e o melhoramento dos programas de intervenção. Como pode ser observado na figura 9, cada ciclo possui quatro fases: planificação, ação, observação e reflexão (Coutinho, 2018).

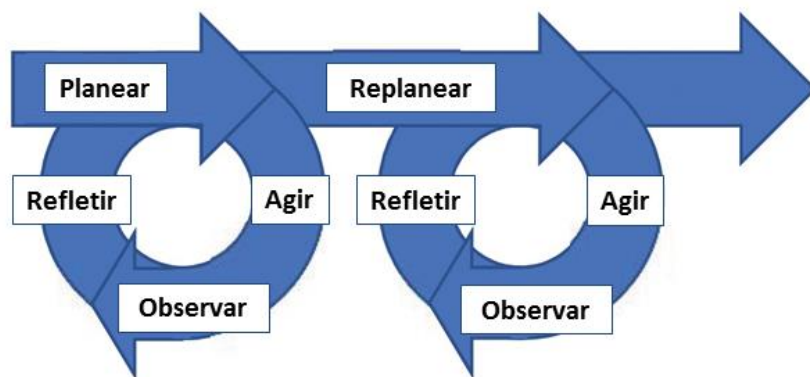


Figura 9 – As fases cíclicas da Investigação-Ação (Adaptado de Hudson, Owen & van Veen, 2006, p.581)

Na IA o docente também pode ser considerado como um interveniente na investigação e não apenas o investigador, tornando o processo de investigação participativo e colaborativo. Este tipo de intervenção permite, ainda, ao professor compreender mais aprofundadamente as ocorrências da sua ação educativa, encontrar soluções mais eficazes para os problemas que possam surgir e, dessa forma, implementar ações que favoreçam o processo de ensino-aprendizagem (Hamido & Azevedo, 2013; Coutinho, 2018).

Durante este processo cíclico, através da reflexão sobre a ação e o respetivo planeamento, ocorre a produção de novos conhecimentos, aprofundando a informação sobre a matéria a ser investigada.

Já quando se trata do método da investigação, este é referente às estratégias que foram utilizadas na recolha e na análise dos dados, podendo ser repartida a investigação em dois métodos: quantitativo e qualitativo (Coutinho, 2018).

Neste estudo, a investigação pode ser classificada como qualitativa, tendo-se recolhido vários dados, de natureza não numérica, ao longo de um tempo definido, num cenário real, natural e não manipulado. Numa investigação em educação torna-se importante realçar que direta, ou indiretamente, lidamos com seres humanos que são, naturalmente, imprevisíveis. Ao contrário de uma experiência laboratorial em que conseguimos controlar mais eficazmente as variáveis, o mesmo não acontece no ensino, razão pela qual, nas últimas décadas, os investigadores em educação tenham optado cada vez mais pelo método qualitativo (Coutinho, 2018).

A metodologia deste método passa pela recolha, análise e interpretação dos dados com origem nas observações do investigador, sendo essa a sua principal limitação, já que poderá existir alguma subjetividade nos dados recolhidos pelo facto de o investigador ser o principal instrumento de recolha. Assim, numa investigação desta natureza, o investigador deve renunciar às suas próprias convicções uma vez que a realidade deve ser compreendida a partir da perspetiva de todos os participantes, evitando, dessa forma, o possível viés de resultados (Carmo & Ferreira, 2008).

De modo a intensificar a relação entre o conhecimento científico e o quotidiano dos alunos, esta investigação optou pelo Ensino Contextualizado (EC). O EC das ciências tem por base a incidência em temáticas e conceitos necessários para

compreender contextos do quotidiano dos alunos, selecionando os temas a aprender na base da “necessidade de saber”. Esta forma de ensino permite ainda demonstrar as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, tendo em atenção o ambiente social, cultural, geográfico e ambiental em que os alunos estão inseridos.

## 3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

A escolha das técnicas e dos instrumentos de recolha de dados é uma etapa fundamental de qualquer investigação. Segundo Coutinho (2018), existem três formas de recolha de dados que se adaptam a uma investigação deste tipo, sendo elas a aplicação de um instrumento de recolha padronizado; a administração de um instrumento de recolha de dados elaborado pelo próprio investigador e o levantamento de dados existentes na literatura.

Com o objetivo de responder ao problema de investigação apresentado previamente, foram selecionadas como técnicas de recolha de dados a análise de documentos e a observação e, como instrumento de recolha, as grelhas de observação e o mapa de conceitos.

### 3.2.1. Observação

Uma das grandes vantagens da técnica da observação é a possibilidade da recolha de informação com a ação a decorrer, permitindo obter dados sobre os acontecimentos e desempenhos que dificilmente seriam obtidos através de outros métodos. De forma a diminuir possíveis dificuldades inerentes à observação, já que possui algum grau de subjetividade, torna-se necessário definir critérios claros e preparar antecipadamente o observador, de modo a que este esteja familiarizado com todo o processo (Cohen *et al.*, 2007).

Tendo em conta a natureza deste estudo, o tipo de observação definida foi a observação participante passiva (Spradley, 1980). Nesta, o observador encontra-se no cenário onde decorre a ação (participante) mas tende a limitar a interação com os participantes (passiva). Esta investigação contou com três observadores que efetuaram registos independentes, três professores estagiários (um professor e duas professoras). O facto de os observadores serem uma presença constante no dia a dia dos alunos pode acarretar, simultaneamente, fatores positivos e negativos para a observação. Por um lado, os discentes observados já se encontram familiarizados com

os observadores, o que poderá ser uma mais valia, por outro, a ligação existente entre os docentes e os alunos poderá influenciar a objetividade da recolha de dados (Coutinho, 2018).

Para se efetuar a recolha de dados procedeu-se à elaboração de duas grelhas de observação, sendo uma destinada à recolha dos dados individuais de cada aluno observado e outra relativa a cada grupo de trabalho. A construção das grelhas de observação pretendeu aferir tanto o domínio atitudinal como cognitivo dos alunos. As grelhas podem ser consultadas no respetivo apêndice deste trabalho.

Foram considerados cinco parâmetros de observação na grelha de observação individual que se apresentam devidamente explanados na tabela 3, tal como os respetivos níveis de desempenho, previamente utilizados para uma melhor definição de critérios junto dos observadores.

---

Tabela 3 – Parâmetros utilizados na grelha observação individual e níveis de desempenho

---

**Motivação:** razão que leva o aluno a ter determinada atitude, referente às forças (persistência/esforço) que agem interiormente sobre o aluno no desempenho de uma determinada tarefa.

---

#### Níveis de desempenho

**Não satisfatório:** O aluno não demonstra interesse, iniciativa e empenho para executar a tarefa;

**Satisfatório:** O aluno demonstra interesse e, às vezes, alguma iniciativa e empenho para executar a tarefa;

**Muito satisfatório:** O aluno demonstra interesse, iniciativa e empenho para executar a tarefa.

---

**Interesse:** revela vontade de saber mais sobre um determinado tema, pesquisando e aprofundando conhecimentos.

---

#### Níveis de desempenho

**Não satisfatório:** o aluno não demonstra qualquer interesse no tema a ser desenvolvido na aula;

**Satisfatório:** o aluno demonstra interesse, em alguns momentos, no tema a ser desenvolvido na aula;

---

---

**Muito satisfatório:** o aluno demonstra sempre interesse, no tema a ser desenvolvido na aula.

---

**Interação:** refere-se à comunicação, troca de ideias e interação que se estabelece entre os alunos do grupo

---

#### Níveis de desempenho

**Não satisfatório:** O aluno não comunica nem interage com nenhum dos colegas do grupo;

**Satisfatório:** O aluno comunica e interage de uma forma passiva com o grupo;

**Muito satisfatório:** O aluno comunica e interage de uma forma ativa com o grupo.

---

**Aceitação da opinião dos colegas:** ouve os colegas do grupo e aceita as suas opiniões.

---

#### Níveis de desempenho

**Não satisfatório:** o aluno não ouve nem aceita as opiniões dos colegas;

**Satisfatório:** o aluno ouve e aceita, por vezes, a opinião de alguns colegas;

**Muito satisfatório:** o aluno ouve e aceita as opiniões de todos os colegas.

---

**Colaboração:** participa com o grupo de modo a desenvolver atividades e encontrar respostas para os problemas propostos ao grupo, num ambiente de confiança e parceria.

---

#### Níveis de desempenho

**Não satisfatório:** o aluno não colabora com os restantes elementos do grupo;

**Satisfatório:** o aluno colabora em alguns momentos com o grupo;

**Muito satisfatório:** o aluno colabora em todos os momentos com o grupo.

---

Já em relação à grelha de observação dos diferentes grupos, foram estabelecidos cinco parâmetros de observação e definidos três níveis de desempenho que se encontram desenvolvidos na tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros utilizados na grelha observação grupal e níveis de desempenho

---

**Enunciam questões-problema**

---

**Níveis de desempenho**

**Não satisfatório:** o grupo não apresenta qualquer questão-problema;

**Satisfatório:** o grupo apresenta uma questão-problema;

**Muito satisfatório:** o grupo apresenta duas ou mais questões-problema.

---

**Recorrem a factos do cenário/problema**

---

**Níveis de desempenho**

**Não satisfatório:** o grupo não recorre a factos do cenário;

**Satisfatório:** o grupo recorre a alguns factos do cenário;

**Muito satisfatório:** o grupo recorre a todos os factos do cenário.

---

**Planificam a investigação**

---

**Níveis de desempenho**

**Não satisfatório:** o grupo não planifica qualquer investigação;

**Satisfatório:** o grupo planifica a investigação de uma forma incompleta (faltando etapas);

**Muito satisfatório:** o grupo planifica, de uma forma correta, a investigação.

---

**Apresentam novas informações**

---

**Níveis de desempenho**

**Não satisfatório:** o grupo não recolhe novas informações;

**Satisfatório:** o grupo recolhe algumas informações de algumas fontes;

**Muito satisfatório:** o grupo recolhe informações de forma completa e de várias fontes.

---

**Propõem soluções para o problema**

---

**Níveis de desempenho**

**Não satisfatório:** o grupo não propõe soluções para o problema;

**Satisfatório:** o grupo propõe soluções incoerentes para o problema;

**Muito satisfatório:** o grupo propõe soluções plausíveis para o problema.

---

### 3.2.2. Mapas de conceitos

Com quase meio século de utilização, os mapas de conceitos têm sido uma importante ferramenta entre os investigadores e educadores em ciência. A sua origem baseia-se nas teorias defendidas por Ausubel (1968), nas quais é reconhecida a importância do conhecimento prévio para perceber e integrar um novo conhecimento. Com base nesta ideia, intrinsecamente ligada ao construtivismo, Novak (1977) cria os mapas de conceitos, desenvolve-os e publica-os em várias revistas e artigos.

Segundo Novak, um mapa de conceitos deve ter por base os conceitos, designados substantivos, que devem ser ordenados por colocação hierárquica, em que os de carácter mais geral se situam no topo e, em sentido descendente, situam-se conceitos cada vez mais específicos. A relação entre dois conceitos deverá ser representada por setas, denominadas proposições (Ahlberg, 2004). Quando possível, devem ser estabelecidas ligações laterais entre substantivos com os mesmos graus de generalidade, mas que pertençam a níveis hierárquicos distintos. A elaboração de um mapa de conceitos permite a criação de um fio lógico de raciocínio sobre um determinado tema, organizando, dessa forma, o conhecimento (Novak, 2010).

A utilização desta ferramenta permite ao professor estabelecer uma ligação sobre os conhecimentos prévios do aluno sobre um determinado assunto e a nova aprendizagem (Ahlberg, 2004; Novak & Cañas, 2006). A elaboração de mapas de conceitos constitui um processo de aprendizagem cognitiva, já que o aluno na sua construção liga, relaciona e distingue conceitos, de forma a aprofundar conhecimentos sobre um assunto em estudo, permitindo, ainda, obter uma representação esquemática do conhecimento.

Desta forma, uma construção incorreta, ou com falhas, pode indicar uma dificuldade dos alunos na interligação de conceitos ou na verbalização de conhecimentos mal interiorizados (Moon *et al.*, 2010), podendo existir a necessidade do professor aprofundar o tema.

Na figura 10 encontra-se um exemplar de mapa de conceitos com as ideias chave da sua construção.



Tabela 5 – Parâmetros utilizados na análise dos mapas de conceitos

	Muito satisfatório	Satisfatório	Não satisfatório
Utilização de conceitos	Mobilizam todos os conceitos fornecidos e acrescentam, ou não, outros que consideram pertinentes.	Mobilizam alguns dos conceitos fornecidos e acrescentam, ou não, outros que consideram pertinentes.	Não mobilizam os conceitos fornecidos e acrescentam, ou não, outros que consideram pertinentes.
Hierarquia de conceitos	Os elementos que compõem o mapa encontram-se organizados hierarquicamente e os conectores são de fácil compreensão e estão bem aplicados.	Os elementos que compõem o mapa encontram-se organizados hierarquicamente mas os conectores não são de fácil compreensão ou não estão bem aplicados.	Os elementos que compõem o mapa não se encontram organizados hierarquicamente.
Domínio científico	O mapa reflete um conhecimento profundo dos conceitos explorados, sem equívocos ou erros.	O mapa reflete um conhecimento geral dos conceitos explorados, com alguns erros ou imprecisões.	O mapa reflete um conhecimento irregular dos conceitos explorados, com erros ou imprecisões.
Estrutura e impacto visual	O mapa é conciso e mostra, de um modo claro e apelativo, as relações entre as ideias principais.	O mapa é um pouco confuso e/ou extenso e não mostra com clareza a relação entre as principais ideias.	O mapa é confuso e/ou extenso e sem relação entre as principais ideias.

### 3.3. Validade e fiabilidade dos instrumentos de recolha de dados

Para se efetuar uma correta recolha de dados numa investigação é necessário assegurar que haja validade e fiabilidade dos instrumentos que serão utilizados.

Pode definir-se que a validade de um instrumento de recolha corresponde ao grau de precisão com que este mede aquilo a que se propõe, o que irá influenciar a interpretação dos resultados da investigação (Fortin, 1999; Cohen *et al.*, 2013). Por sua vez, a fiabilidade diz respeito ao grau de consistência com que um instrumento mede aquilo que é suposto medir (Gay *et al.*, 2012). Deste modo, quanto maior a fiabilidade de um instrumento de recolha, mais confiáveis serão os dados recolhidos (Gay *et al.*, 2012). Em suma, para que os dados obtidos através dos diferentes instrumentos de recolha sejam credíveis, é necessário garantir que os instrumentos de recolha possuam validade e fiabilidade.

De modo a garantir a sua validade e fiabilidade, os instrumentos de recolha de dados elaborados nesta investigação foram alvo de uma cuidada análise de conteúdo, sendo posteriormente analisados pelos orientadores científicos da IPP e professor cooperante.

### 3.4. Caracterização da amostra

A investigação deste estudo foi implementada numa turma do 9º ano de escolaridade, de uma escola básica e secundária da cidade do Porto. A composição da turma é de 23 alunos, 14 do sexo feminino e 9 do sexo masculino, cujas idades variam entre os 13 e os 14 anos (média 13,7 anos). A turma não apresenta nenhum aluno com registo de retenções em anos anteriores.

Nesta investigação, a amostra é classificada como não probabilística sendo considerada como amostra de conveniência, já que se trata de uma turma a cargo da IPP+PES que o investigador frequenta. Desta forma, não é possível generalizar os resultados obtidos, embora estes funcionem como indicadores dos parâmetros avaliados (Gay *et al.*, 2012; Amado, 2017).

## Capítulo 4. Programa de Intervenção

Com o desígnio de encontrar respostas para o problema e objetivos de investigação, identificados no Capítulo 1, foi elaborado este Programa de Intervenção (PI), tendo sido planeado e preparado com base no enquadramento teórico e metodológico apresentado no Capítulo II.

Dessa forma, para a execução deste PI efetuou-se a planificação e elaboração dos recursos educativos utilizados, a qual decorreu durante uma aula de Ciências Naturais, com duração de dois tempos letivos de 50 minutos cada.

Este capítulo encontra-se dividido em duas partes, sendo na primeira parte descrito o processo da planificação do PI e da elaboração dos recursos educativos utilizados neste estudo. Já na segunda parte, é explanada aplicação do PI.

### 4.1. Planificação e recursos educativos

Na prática educativa a planificação da aula é uma importante ferramenta para o professor definir objetivos, delinear os conteúdos a lecionar e antecipar as experiências de aprendizagem. A planificação permite, ainda, antecipar cenários e procurar adaptar a aula a perturbações que possam ocorrer, tendo a finalidade de guiar o docente ao cumprimento dos objetivos delineados (Castro *et al.*, 2008; Barroso, 2013). Desta forma, para um planeamento eficaz é crucial delinear corretamente os objetivos de aprendizagem.

Outro momento que deve ser alvo da planificação do docente é a avaliação (Alvarenga, 2011; Santos, 2011; Barroso, 2013). No que toca à avaliação, fatores como as atitudes, os procedimentos e os conhecimentos são fundamentais na tomada de decisão, sendo que esta prática deve acompanhar todo o processo de aprendizagem, não se cingindo apenas ao momento do teste de avaliação, privilegiando uma avaliação formativa.

Em relação a esta investigação, foi realizada a planificação adequada à metodologia de ABRP, para o conjunto de aulas de aplicação do PI, na qual constam os objetivos e as etapas a desenvolver e as tarefas a realizar pelos discentes. Neste documento constam, ainda, os recursos educativos a serem utilizados.

Depois de ponderados e analisados, foram definidos os objetivos gerais e específicos que orientaram a criação do cenário do problema. No caso deste estudo, selecionou-se um cenário fictício com base numa banda desenhada, que pode ser visualizada nos apêndices deste trabalho, que serviu como a introdução ao cenário de investigação do tema. Partindo da interpretação do cenário-problema vários dados foram introduzidos, sugerindo-se aos alunos a formulação das questões-problema que foram o suporte para a investigação pretendida.

Para a investigação dos alunos foram fornecidos cinco documentos auxiliares, tendo por base o Ensino Contextualizado e o enquadramento teórico que consta no presente documento. Desta forma, foram entregues dois documentos (um cartaz e um panfleto) da Agência Portuguesa do Ambiente, da sua campanha nacional de monitorização do gás radão (Apêndice 5 e 6), dois artigos de revista (Apêndice 2 e 3) e um texto informativo (Apêndice 4).

Segundo Vasconcelos & Almeida (2012) torna-se importante, durante a investigação, que cada grupo consiga autorregular a sua aprendizagem, pelo que foi entregue uma ficha de monitorização (Apêndice 7) a cada um dos grupos, permitindo uma melhor organização do trabalho.

Em relação à avaliação, esta foi efetuada através de dois elementos avaliativos. A observação, permitindo avaliar os domínios cognitivo e atitudinal, foi realizada durante todo o PI, tendo sido recolhidos registos de cada grupo e, individualmente, de todos os elementos da amostra. Seguindo a metodologia de ABRP, o segundo elemento avaliativo foi o produto final: o mapa de conceitos construído por cada grupo, contemplando as respostas às questões-problema.

## 4.2. Aplicação do Programa de Intervenção

O PI desta investigação foi aplicado numa aula (50+50 minutos) em maio de 2021. A aula principiou-se com a distribuição dos alunos pelos grupos, tendo sido previamente analisada a sua distribuição por cada grupo com base nas características individuais de cada discente.

Durante a fase de planificação constatou-se que este PI seria a primeira vez que os alunos iriam trabalhar com a metodologia ABRP, pelo que na fase inicial da aula foi feita uma breve contextualização da ABRP, sendo mencionado o potencial

desta metodologia e qual o papel que o professor e os alunos teriam na mesma. Após esta explicação, foi introduzido o cenário-problema através da banda desenhada, no qual era retratada a ida para a escola de dois colegas que ficam surpreendidos quando se deparam com uma notícia alarmante sobre o radão. A criação deste cenário pretendeu adaptar uma situação do quotidiano dos alunos (ida para a escola) com um elemento que associam ao lazer (banda desenhada), enquanto são introduzidos elementos-chave sobre o tema principal (radão).

Após a leitura da banda desenhada, foi efetuado o levantamento das questões-problema e a recolha de factos do cenário em grande grupo, com a participação conjunta de todos os grupos, uniformizando-os antes do trabalho investigativo.

A próxima etapa passou pela investigação autónoma de cada um dos grupos, com a consulta das várias fontes de informação distribuídas previamente e o preenchimento, ao longo da pesquisa e recolha de factos, da ficha de monitorização.

O trabalho investigativo prosseguiu até ao final do primeiro tempo de 50 minutos e continuou após o intervalo de 5 minutos que os discentes tiveram. Depois de recolhida toda a informação considerada pertinente para responder às questões-problema, progrediu-se até à última etapa deste PI que foi concluído com a construção do produto final, o mapa de conceitos (figura 11).

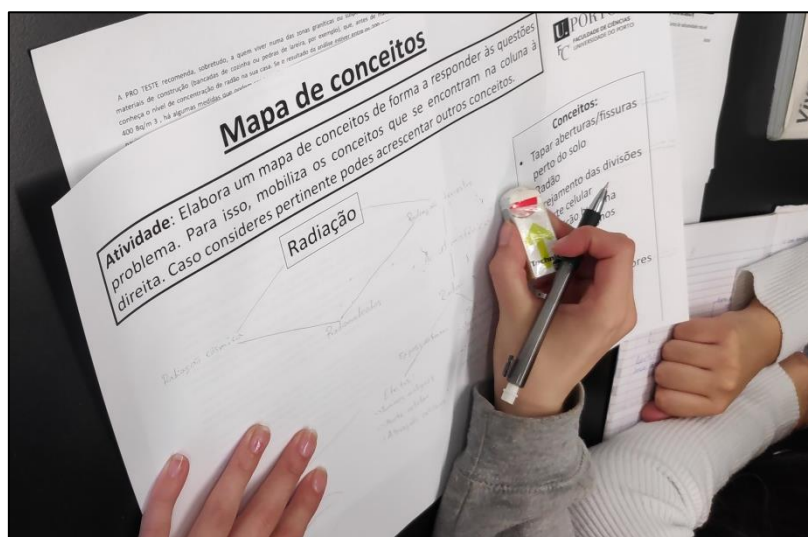


Figura 11 – Construção do mapa de conceitos (Autor)

De destacar que durante o PI os alunos foram, como planificado, observados de forma passiva pelos três observadores que não interagiram com os grupos de

trabalho. Seguindo a metodologia ABRP, o professor investigador teve um papel de mediador e facilitador do processo de aprendizagem, orientando e acompanhando os grupos na formulação das questões-problema, de modo a estimular a participação de todos os elementos e a apelar ao raciocínio e espírito crítico dos alunos.

## Capítulo 5. Resultados e Discussão

Numa investigação, os dados recolhidos através das técnicas e instrumentos de recolha, necessitam de ser estruturados e analisados pelo que, no presente capítulo, são apresentados e discutidos os resultados decorrentes da implementação do PI. De modo a organizar e analisar as informações recolhidas de uma forma objetiva e coerente, os dados foram analisados através da estatística descritiva e da análise de conteúdo.

Desta forma, este capítulo encontra-se dividido em dois subcapítulos, um referente à observação e outro relativo aos mapas de conceitos.

### 5.1. Resultados e discussão relativos à observação

Como já mencionado anteriormente, durante o PI, a amostra foi alvo da observação de três observadores passivos, de forma independente, tendo sido aplicadas duas grelhas de observação, uma a nível grupal e outra a nível individual.

A figura 12 revela os resultados da grelha de observação grupal, identificando os cinco parâmetros avaliados e os níveis de desempenho atribuídos. Para cada um desses parâmetros foi calculada a frequência absoluta.

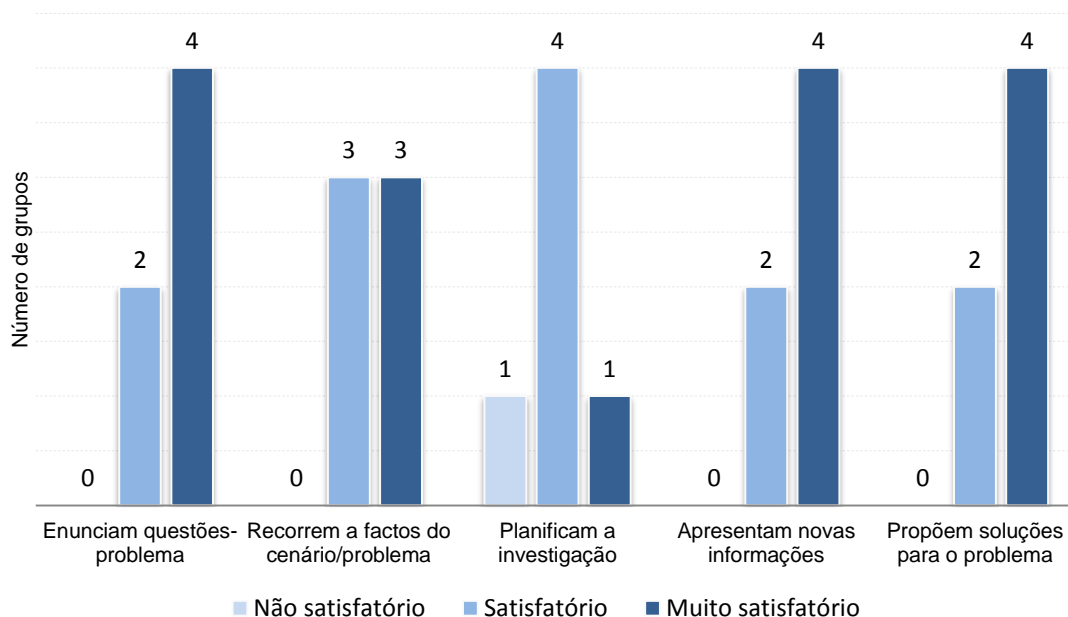


Figura 12 – Resultados da observação grupal

De um modo geral, constata-se que apenas um dos grupos registou o nível de desempenho “Não satisfatório” no parâmetro *Planificam a investigação*. Assim, esse nível de desempenho teve sempre uma frequência relativa menor em todos os parâmetros observados, enquanto em três dos parâmetros o nível “Muito Satisfatório” foi o mais recorrente. O nível “Satisfatório” surge com uma maior frequência no parâmetro *Planificam a investigação* e os níveis “Satisfatório” e “Muito satisfatório” igualam-se no parâmetro *Recorrem a factos do cenário/problema*. Através dos resultados alcançados pode considerar-se que o desempenho dos grupos foi positivo.

Analisando cada um dos parâmetros, o primeiro *Enunciam questões-problema* foi um dos parâmetros com melhores avaliações, justificado pelo facto dos alunos demonstrarem uma grande curiosidade e espírito crítico sobre o tema. Contou com quatro grupos que formularam duas ou mais questões e dois grupos que formularam apenas uma questão, tendo-se totalizado, na amostra, sete questões-problema.

No que concerne ao parâmetro *Recorrem a factos do cenário/problema*, três grupos sentiram uma maior dificuldade, pelo que obtiveram a classificação de “Satisfatório”, sendo que os outros três atingiram o nível máximo, recorrendo a todos os factos que constavam do cenário. A etapa de recolha de factos é uma fase fundamental de todo o processo, pelo que o professor investigador necessita de averiguar se esta etapa foi efectuada, antes de se avançar com a investigação.

O parâmetro *Planificam a investigação* foi, dos seis parâmetros, aquele em que os grupos demonstraram uma maior dificuldade, evidenciada pelas classificações obtidas. Este facto pode dever-se à ausência de contacto entre os alunos e uma metodologia como a ABRP, que procura estimular a investigação em todas as suas etapas. Como referido anteriormente, foi o único parâmetro em que um dos grupos obteve a classificação de “Não satisfatório”, não tendo conseguido fazer uma planificação válida, mesmo com o apoio do professor investigador. Os restantes grupos também sentiram alguma dificuldade no processo, existindo quatro grupos que planificaram a investigação de uma forma incompleta, com a falta de algumas etapas, e um grupo que teve a classificação máxima, ou seja, com uma planificação da investigação que alcançou o pretendido. Durante o processo foi estimulado o trabalho autónomo dos grupos, com orientações pontuais do professor investigador, tendo-se insistido no tema da planificação, já que para se realizar uma investigação organizada e objetiva é fundamental apostar numa planificação eficiente.

Quatro dos seis grupos obtiveram a classificação máxima no parâmetro *Apresentam novas informações*, recolhendo informações de forma completa e de várias fontes, apresentando novas informações como resposta às questões-problema. Os dois restantes grupos obtiveram a classificação de “Satisfatório” por se terem limitado a algumas fontes de informação.

No que se refere ao último parâmetro observado, deve destacar-se que todos os grupos apresentaram soluções às questões-problema, no entanto, apenas quatro grupos obtiveram o nível “Muito Satisfatório” por terem proposto soluções plausíveis para as questões-problema formuladas previamente. Dois grupos tiveram a classificação de “Satisfatório” por terem apresentado soluções que continham falhas e algumas lacunas por resolver.

No que concerne à observação dos parâmetros individuais, na figura 13 podem ser observadas as frequências absolutas dos cinco parâmetros avaliados. Esses parâmetros, referidos no capítulo 3, foram classificados com os mesmos três níveis empregues na grelha de observação de grupo.

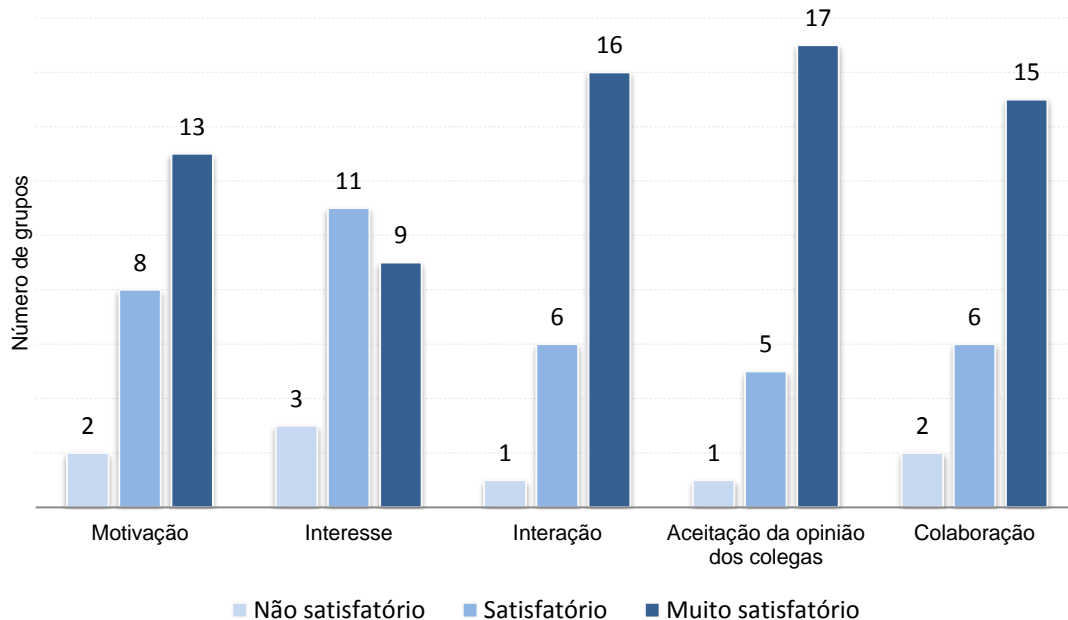


Figura 13 – Resultados da observação individual

Num primeiro balanço, constata-se que em todos os parâmetros se verifica pelo menos uma atribuição do nível “Não satisfatório”, o que se considera um aspeto menos positivo. Por outro lado, quatro dos cinco parâmetros apresentam o nível “Muito

satisfatório” como a moda do nível de desempenho, o que revela o potencial que uma metodologia como a ABRP pode ter quando implementada na sala de aula. O parâmetro *Interesse* foi o único a registar o nível de desempenho “Satisfatório” como o mais frequente, sendo também o que tem maior número de avaliações “Não satisfatório”. Apesar dos resultados positivos, a disparidade encontrada nas avaliações poderá estar relacionada com a heterogeneidade da amostra, sendo que a turma em que foi aplicado o PI conta com alguns elementos com autonomia reduzida e com poucas competências para o trabalho colaborativo.

Em relação ao parâmetro da *Motivação*, o primeiro a ser avaliado, podemos constatar que o PI foi eficiente na motivação dos alunos, sendo que mais de metade da amostra obteve o nível máximo de “Muito satisfatório”. Cerca de um terço dos alunos recebeu o nível “Satisfatório”, tendo dois elementos sido avaliados com “Não satisfatório” devido à falta de motivação que demonstraram durante a aplicação do PI.

Dos parâmetros em avaliação, o que revelou piores avaliações foi o parâmetro *Interesse*. Como referido anteriormente, este parâmetro foi o único a ter o nível “Satisfatório” como moda e foi, ao mesmo tempo, o parâmetro a ter maior número de “Não satisfatório”, três no total. O menor interesse por parte dos alunos poderá estar relacionado, não com aplicação do PI, mas com o facto dos alunos terem um teste de outra disciplina na aula seguinte, o que gerou alguma inquietação. Ainda assim, cerca de 87% da amostra revelou interesse pela investigação, tendo o PI contribuído para estimular a capacidade investigativa e aprofundar conhecimentos sobre o tema.

Os parâmetros *Interação*, *Aceitação da opinião dos colegas* e *Colaboração* tiveram resultados muito semelhantes e, nos três casos, os níveis atingidos foram muito satisfatórios.

No parâmetro *Interação*, cerca de dois terços da amostra obteve o nível “Muito satisfatório”. Em contraste, os três observadores atribuíram a classificação “Não satisfatório” a um elemento que durante o processo não comunicou, nem interagiu com nenhum dos colegas do grupo, tendo o mesmo elemento já recebido o mesmo nível noutros parâmetros avaliados. A interação entre colegas e o trabalho em equipa são cruciais no trabalho investigativo, sendo uma das competências que a ABRP visa promover, tendo o PI contribuído para esse facto.

Ouvir e aceitar a opinião dos colegas pode ser um grande desafio e uma enorme dificuldade, mas revela-se fundamental para a vivência em comunidade. Assim, constatar que o parâmetro *Aceitação da opinião dos colegas* foi o parâmetro que obteve um maior número de avaliações “Muito satisfatório” constitui um facto muito positivo. O grande número de avaliações de nível máximo neste parâmetro, dezassete no total, poderá ser justificado por os alunos já se encontrarem na mesma turma desde o início do 3º ciclo, tendo grande sentido de grupo. Neste caso, a aplicação do PI, através do trabalho de grupo, ajudou a promover o trabalho de grupo desde o início da implementação do PI.

No que concerne ao último parâmetro *Colaboração*, dois elementos obtiveram o nível “Não satisfatório”, sendo os mesmos elementos que revelaram falta de motivação e interesse durante a investigação. Apesar desse facto, os resultados do parâmetro podem ser considerados positivos, sendo que cerca de 91% da amostra colaborou com o grupo em, pelo menos, alguns momentos do PI. Um dos propósitos da ABRP passa pelo estímulo do trabalho colaborativo e pela construção de conhecimento em equipa, pelo que a aplicação deste PI ajudou a promover a colaboração entre pares na procura de soluções.

Deve ser ressalvado que os resultados registados pelos três observadores foram muito semelhantes, embora não tenham sido exatamente iguais. Apesar de se ter tentado padronizar os parâmetros e estabelecido o significado dos níveis antes da observação, em reunião com os observadores, estas diferenças são justificadas pela individualidade de cada observador e pelo facto de estarmos perante uma amostra de 23 alunos, tendo esses mesmos alunos sido observados em diferentes momentos e etapas distintas. Como em nenhum dos casos, quer nas grelhas individuais quer na grupal, existiu uma votação com “empate”, ou seja, o mesmo elemento receber para um determinado parâmetro os níveis “Não satisfatório”, “Satisfatório” e “Muito satisfatório” dos três observadores, o investigador deste estudo optou por considerar o valor com maior número de frequência para atribuir o nível final.

## 5.2. Resultados e discussão relativos ao mapa de conceitos

Como referido anteriormente, foi pedido aos alunos, como produto final, a construção de um mapa de conceitos. Para a construção destes mapas foi fornecido, como mostra o exemplo da figura 14, o primeiro conceito *Radiação*, como referência, pelo que os restantes conceitos deveriam ser mobilizados pelos alunos, tal como as ligações entre os mesmos. Foi, ainda, sugerido que poderiam, caso entendessem, adicionar ao mapa outros conceitos que considerassem pertinentes.

### Mapa de conceitos

**Atividade:** Elabora um mapa de conceitos de forma a responder às questões problema. Para isso, mobiliza os conceitos que se encontram na coluna à direita. Caso consideres pertinente podes acrescentar outros conceitos.

Radiação

**Conceitos:**

- Tapar aberturas/fissuras perto do solo
- Radão
- Arejamento das divisões
- Morte celular
- Exposição humana
- Tumores malignos
- Ar atmosférico
- Radiação cósmica
- Medição de concentrações interiores
- Radiação
- Alimentos
- Radiação terrestre
- Alterações celulares




Figura 14 – Estrutura da folha entregue aos alunos para construção do mapa de conceitos

O mapa de conceitos que serviu como referência neste estudo pode ser observado na figura 15.

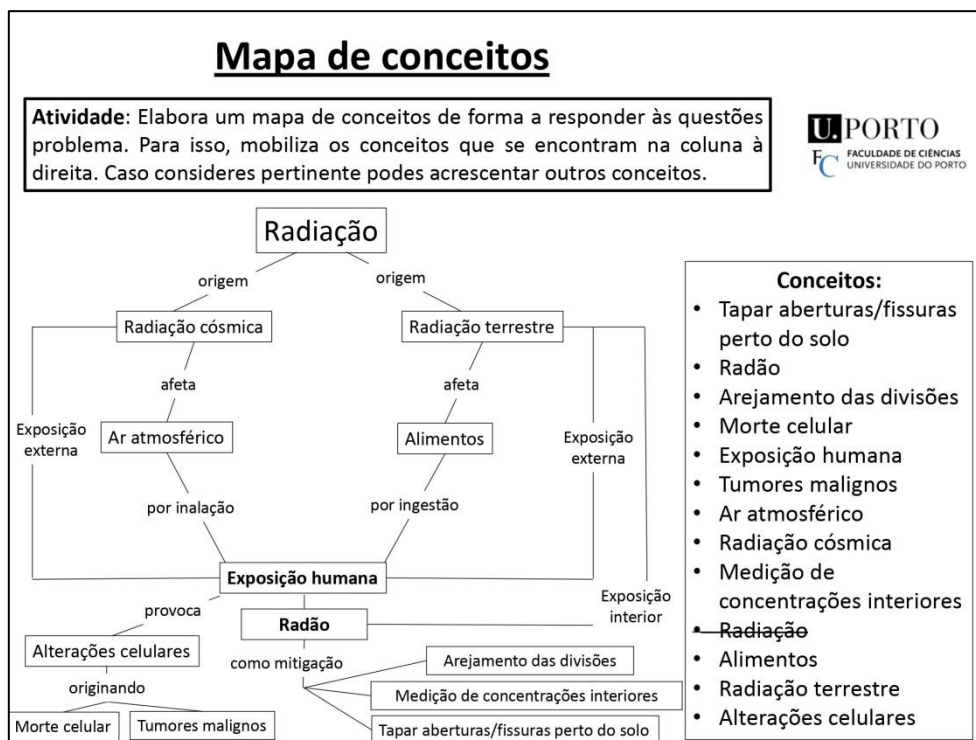


Figura 15 – Mapa de conceitos de referência deste PI

De forma a ser efetuada a análise dos mapas de conceitos construídos neste PI, foi realizada uma análise qualitativa, com base na tabela 5, que se encontra no capítulo 3, e na qual constam os quatro parâmetros em avaliação: *Utilização de conceitos*, *Hierarquia de conceitos*, *Domínio científico* e *Estrutura e impacto visual*.

A figura 16 revela os níveis atribuídos aos mapas de conceitos dos seis grupos, com base na tabela 5, identificando os cinco parâmetros avaliados e os níveis de desempenho atribuídos.

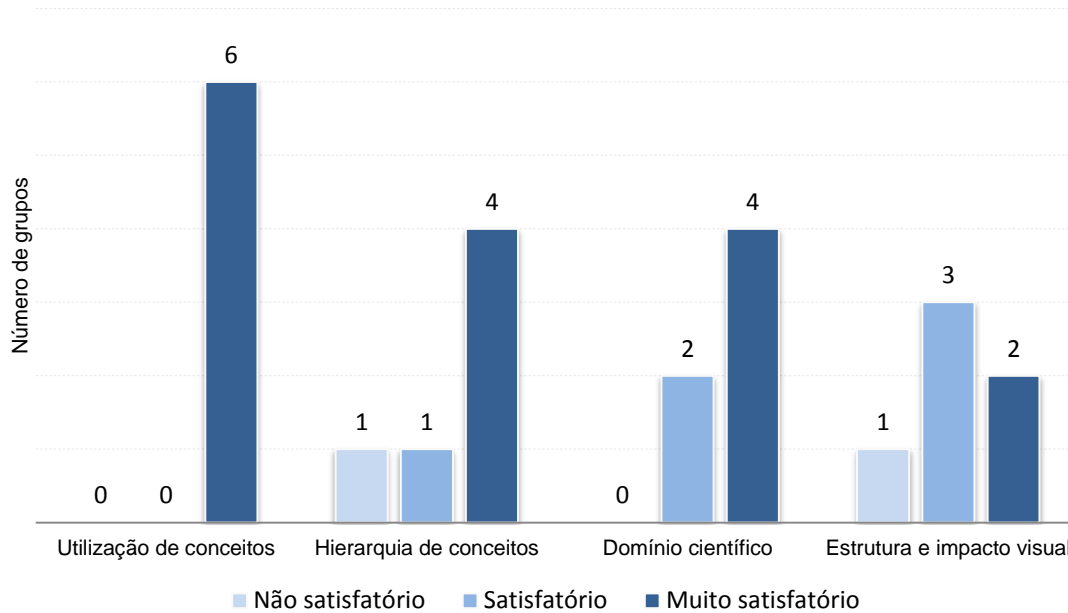


Figura 16 – Valores atribuídos aos mapas de conceitos

De uma forma geral, constata-se que, em todos os parâmetros analisados, existiram apenas duas classificações “Não satisfatório”, ambas correspondentes ao mesmo mapa de conceitos. O nível “Satisfatório” foi atribuído em seis avaliações, pelo que a avaliação “Muito satisfatório” foi a que obteve mais atribuições, dezasseis no total. Este facto fez com que o nível “Muito satisfatório” fosse a moda em três dos parâmetros avaliados, sendo unicamente superado pelo nível “Satisfatório” no parâmetro *Estrutura e impacto visual*.

O parâmetro *Utilização de conceitos* foi o que obteve melhores classificações, tendo todas as avaliações de nível “Muito satisfatório”. Os grupos conseguiram mobilizar todos os conceitos fornecidos na tabela e vários acrescentaram o conceito “Radionuclídeos”, que não constava nos conceitos fornecidos previamente.

Já em relação ao parâmetro *Hierarquia de conceitos*, um dos grupos, como mencionado anteriormente, obteve o nível “Não satisfatório” pois os conceitos que compunham o mapa não se encontravam organizados hierarquicamente. Outro grupo acabou por ser avaliado com “Satisfatório” já que, apesar de ter uma organização hierárquica, as ligações efetuadas foram muito confusas e apresentaram algumas lacunas. Os restantes grupos apresentaram uma hierarquia correta e obtiveram a classificação de “Muito satisfatório”.

O *Domínio científico* é um parâmetro que pretende refletir o conhecimento dos conceitos por parte dos alunos. Neste domínio, não existiram classificações “Não satisfatório”, pelo que se pode concluir que o PI contribuiu para um conhecimento aprofundado dos alunos sobre o tema.

O último parâmetro, *Estrutura e impacto visual*, foi o único que teve como moda o nível “Satisfatório” e, ao mesmo tempo, foi o que obteve menos classificações “Muito satisfatório”. Este facto deveu-se, principalmente, ao visual descuidado de alguns mapas, com termos a aparecerem deslocados, o que não beneficia a clareza e interligação das principais ideias.

Dos seis mapas analisados, dois tiveram o nível “Muito satisfatório” em todos os parâmetros, contrastando com um dos mapas que teve avaliações “Não satisfatório”. A disparidade de resultados poderá ser justificada pela heterogeneidade dos grupos. Apesar das orientações e apoio do professor investigador para que refletissem sobre a estrutura do mapa de conceitos, o grupo não foi capaz de corrigir as lacunas apresentadas.

Deste modo, no que concerne à análise dos mapas de conceitos construídos pelos vários grupos, pode considerar-se como satisfatória a investigação e o trabalho desenvolvido pelos discentes.

Os mapas de conceitos construídos pelos alunos, e utilizados nesta investigação, podem ser consultados no Apêndice 13 deste trabalho.

## Capítulo 6. Conclusões

O presente capítulo encontra-se dividido em três subcapítulos. O primeiro expõe as conclusões gerais, referindo o cumprimento dos objetivos conceituais e educacionais definidos inicialmente e, ainda, a resposta para o problema de investigação formulado. No segundo subcapítulo são mencionadas algumas das limitações da investigação, bem como sugestões de outras linhas de investigação. Já no terceiro e último subcapítulo, é feita uma pequena reflexão sobre o cumprimento dos objetivos profissionais propostos no primeiro capítulo.

### 6.1. Conclusões Gerais

Apesar do travão que a pandemia trouxe ao nosso dia-a-dia, é inegável que vivemos num mundo frenético. Neste mundo em acelerada mudança, o sistema de ensino contrasta pela sua lenta transformação. Surge, assim, uma oportunidade de ouro para refletirmos sobre o verdadeiro estatuto e papel do docente. Ser professor, hoje em dia, envolve um compromisso bem mais complexo do que o simples ato de transmitir conteúdos. É crucial ter a capacidade de formar o estudante numa perspetiva integral (refletindo a sua componente social, afetiva e psicológica), tornando-o capaz de responder crítica e autonomamente aos desafios impostos.

Ainda não sabemos o quanto mudamos com o contexto pandémico, mas é certo que o mundo não será o mesmo. Negar este facto poderá dificultar a adaptação às novas exigências que irão surgir, e a escola está na posição certa para ser um elo de transição. Esta mudança social traz uma nova realidade e impulsiona as novas exigências à escola do século XXI. Assim, o professor deve ter, nesta mudança, um papel ativo, considerando a organização escolar e o seu trabalho pedagógico, ao implementar nas suas aulas métodos e estratégias de ensino diversificados, que procurem estimular o aluno para a participação e empenho, e para que este desenvolva aprendizagens relevantes.

A utilização de uma metodologia de ensino como a ABRP apresenta-se como uma alternativa viável ao ensino transmissivo, no qual os alunos têm uma atitude passiva e a sua participação é limitada. A ABRP permite aos discentes explorarem as suas capacidades investigativas, enquanto promovem o espírito crítico e o raciocínio

científico, estabelecendo bases de aprendizagem para uma efetiva formação contínua dos alunos, preparando-os para o dia a dia.

Considerando o problema de investigação impulsionador deste estudo, pode concluir-se que o impacto da metodologia de ABRP, aplicada na temática da exposição ao radão, se revelou eficaz e promissor na amostra estudada.

A utilização de um Ensino Contextualizado, assim como a aplicação da ABRP, permitiu a introdução de problemas do quotidiano, tendo os discentes revelado níveis altos de motivação, interesse, colaboração e interação com os pares, através da partilha de opiniões, factos registados pelos resultados alcançados e que se evidenciam na clarividência demonstrada na formulação das questões-problema e na apresentação de soluções.

A aplicação do PI possibilitou a formação de conhecimentos concetuais que permitiram a concretização dos respetivos objetivos delineados inicialmente. Os resultados alcançados com a construção do mapa de conceitos atestam que, no final deste PI, os discentes depreenderam uma base sólida de conhecimentos sobre a temática em estudo.

No que concerne aos objetivos educacionais, estes também se podem considerar cumpridos. A aplicação do PI tinha como objetivo promover o raciocínio científico e a literacia científica através da metodologia ABRP, no ensino das Ciências Naturais. Assim, durante a sua implementação, os discentes estimularam as suas capacidades de investigação, comunicação e interpretação de dados, enquanto se incentivou um ambiente de trabalho colaborativo que favoreceu uma construção partilhada de saberes.

Apesar de não poder ser generalizada a toda a população, os resultados assegurados com esta investigação permitem obter indicadores sólidos que suportam a metodologia ABRP como tendo um impacto deveras positivo no adquirir de competências cognitivas e atitudinais dos alunos, concluindo que os resultados alcançados suportam a aplicação deste PI na sala de aula.

Embora a temática do radão não seja um tema fácil de analisar em contexto de sala de aula, não só pela sua natureza não detetável pelo ser humano, mas também por ser um tópico novo para a grande maioria dos estudantes, os resultados alcançados com o PI podem ser considerados muito satisfatórios. Durante a aplicação

do PI, surgiram questões interessantes colocadas pelos alunos, que se revelaram pertinentes e que contribuíram para um conhecimento mais aprofundado sobre o radão, notando-se, ainda, um desejo de explorar o tema em futuras aulas. A formulação de questões, a observação, a pesquisa, a elaboração de registos e a análise e interpretação de dados permitiu aos discentes uma perceção dos riscos inerentes à exposição ao radão e das melhores formas de mitigação do problema.

## 6.2. Limitações e sugestões para futuras investigações

Na aplicação do PI surgiram algumas limitações, inerentes ao desenvolvimento deste em contexto de Iniciação à Prática Profissional.

Uma dessas limitações diz respeito à amostra deste estudo que é de natureza não probabilística, considerada amostra de conveniência, o que impede a generalização dos resultados e das conclusões desta investigação, apesar de permitir obter indicadores satisfatórios relativamente à aplicação desta metodologia de ensino. De forma a contornar esta dificuldade, dever-se-ia optar por uma amostragem aleatória, o que, tendo em conta o contexto desta investigação, não seria possível.

Outra limitação está relacionada com a reduzida dimensão da amostra, uma vez que o PI foi aplicado apenas a uma turma do 9º ano de escolaridade, não existindo um grupo de controlo como forma de comparação de resultados, o que poderia ter adicionado uma maior solidez às conclusões. De ressaltar que, a inclusão de um grupo de controlo não seria ético, pois estar-se-ia a providenciar um ensino diferenciado a alguns discentes, contrariando o princípio de igualdade que deve prevalecer (Formosinho & Machado, 2011).

O tempo foi outra dificuldade sentida pelo investigador durante este estudo, devido à situação pandémica e à interrupção da atividade letiva presencial durante parte do ano letivo. Assim, em vez dos três tempos de 50 minutos planeados inicialmente para o PI, o mesmo foi desenvolvido em apenas dois tempos, devido às exigências de cumprimentos do programa letivo da disciplina de Ciências Naturais. No total, a aplicação do PI durou dois tempos letivos de 50 minutos cada, o que exigiu um ritmo de trabalho acelerado para a aplicação planeada ser concluída dentro do tempo. Apesar dos bons resultados alcançados pelos discentes, a inclusão de mais tempo no PI permitiria uma melhor gestão do tempo para os alunos poderem investigar, analisar e refletir sobre o tema com maior cuidado.

Uma vez que a utilização de metodologias como a ABRP necessitam de mais tempo do que o ensino tradicional permite, reitera-se a importância que deve ter a extensão do currículo nas diversas disciplinas, permitindo ao professor implementar as diferentes metodologias de ensino.

Como sugestão para futuras investigações, salienta-se a importância de abranger uma amostra aleatória com maior número de elementos, como a inclusão de um maior número de alunos do 9º ano, dentro da mesma escola. A aplicação deste PI a outros níveis de escolaridade seria, também, importante, de forma a permitir uma comparação de resultados, particularmente, nas competências (atitudinais e cognitivas), aprofundamento de conhecimentos científicos e capacidades investigativas desenvolvidas.

### 6.3. Contributos da investigação para o desenvolvimento profissional

O presente trabalho enquadra-se na etapa final do mestrado de formação inicial de professores, pelo que se apresenta seguidamente uma pequena reflexão sobre o cumprimento dos objetivos profissionais delineados anteriormente.

O primeiro objetivo refere-se à aquisição e desenvolvimento de competências no âmbito da Investigação em Educação. O desenvolvimento deste estudo permitiu ao professor investigador o desenvolvimento de competências, no que concerne à revisão e triagem de bibliografia e à seleção e organização de informação. Relativamente às metodologias de investigação na área educacional, foram elaborados os instrumentos de recolha de dados levando, posteriormente, ao seu tratamento e análise. A revisão da literatura científica permitiu, ainda, um aprofundar de conhecimentos científicos sobre o tema em estudo, a exposição ao radão, mas também sobre a metodologia aplicada, a ABRP.

O desenvolvimento de competências no domínio da metodologia ABRP foi, precisamente, o segundo objetivo profissional definido. A aplicação desta metodologia foi um desafio e exigiu ao professor investigador uma sólida revisão bibliográfica sobre o tema. O planeamento da aplicação do PI, segundo a ABRP, demonstrou ser um trabalho complexo e que, apesar de ser uma metodologia que atribui o papel central ao aluno, não significa que o professor tenha um menor trabalho na planificação do conteúdo a lecionar. Pelo contrário, este método exige do professor uma maior

atenção a todas as etapas, de forma a tornar a aula o mais atrativa e eficiente possível no processo de aquisição de competências.

Concluindo, o cumprimento dos objetivos mencionados anteriormente culmina, naturalmente, no último objetivo delineado: fomentar o desenvolvimento e a emancipação profissional docente, através de uma ação reflexiva e participativa. O presente estudo permitiu ao investigador experienciar o quotidiano escolar, enquanto professor estagiário, de uma forma ativa e, ao mesmo tempo, reflexiva, através dos pressupostos teóricos apreendidos durante a formação inicial de professores. Da mesma forma, permitiu o reconhecimento de que ser professor envolve um compromisso bem mais complexo do que o simples ato de transmitir conteúdos. Ser professor exige uma evolução contínua, procurando estimular, cada vez mais, o desenvolvimento de competências na sala de aula, através de ambientes enriquecidos para todos os alunos.

## Referências bibliográficas

- Ahlberg, M. (2004). Varieties of concept mapping. *Proceedings of the First International Conference on Concept mapping*, 2, 25–28.
- Alarcão, I. (2001). Professor-investigador: Que sentido? Que formação. *Formação profissional de professores no ensino superior*, 1, 21-31.
- Almeida, P. & César, M. (2007). *Contributos da interação entre pares, em aulas de Ciências, para o desenvolvimento de competências argumentativas*. Núm. 6, p. 163 196. Universidade de Lisboa, Centro de Investigação em Educação da Faculdade de Ciências.
- Alvarenga, I. J. A. (2011). *A planificação docente e o sucesso do processo ensino-aprendizagem – Estudo na Escola Básica Amor de Deus*. Memória Monográfica apresentada à Universidade Jean Piaget de Cabo Verde como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciatura em Ciências da Educação e Praxis Educativa. Universidade Jean Piaget de Cabo Verde.
- Amado, J. (2017). *Manual de Investigação Qualitativa em Educação*. (3ª ed). Coimbra: Coimbra University Press.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A cognitive View*. Holt Rinehart and Winston.
- Baptista, M. (2010). *Concepção e implementação de actividades de investigação: Um estudo com professores de física e química do ensino básico*. (Tese de doutoramento, Educação (Didática das Ciências)). Universidade de Lisboa, Instituto de Educação.
- Barell, J. (2006). *Problem-based learning: An inquiry approach*. California: Corwin Press.
- Barroso, D. (2013). *A importância da planificação do processo ensino-aprendizagem nas aulas de História e Geografia*. Universidade do Porto, Porto.

- Biggs, J., & Tang C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4ª ed.). Open University Press – McGraw Hill Education.
- Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford university press.
- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A. D., Praia, J., & Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino das ciências*. Cortez.
- Carmo, H., & Ferreira, M. (2008). Metodologia da investigação – Guia para auto-aprendizagem (2ª ed.). *Universidade Aberta*, 001-89.
- Castro, P. A. P. P., Tucunduva, C. C., & Arns, E. M. (2008). A importância do planeamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. *Athena*, 10, 49-62.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research methods in education* (6th ed.). Routledge.
- Coutinho, C. (2018). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: Teoria e prática*. Almedina.
- Coutinho, C. P., & Lisbôa, E. S. (2011). Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para educação no século XXI. *Revista de Educação*, 18(1), 5-22.
- Direção-Geral da Educação (2020). Aprendizagens essenciais - Ensino Básico, Ciências Naturais, 9º ano. Disponível em: [https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Projetos\\_Curriculares/Aprendizagens\\_Essenciais/Consulta\\_Publica/3\\_ciclo/9\\_cn\\_cp.pdf](https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Projetos_Curriculares/Aprendizagens_Essenciais/Consulta_Publica/3_ciclo/9_cn_cp.pdf)
- Dobber, M., Zwart, R., Tanis, M., & van Oers, B. (2017). Literature review: the role of the teacher in inquiry-based education. *Educational Research Review*, 22, 194-214.
- Esteves, M. (2001). A investigação como estratégia de formação de professores: perspectivas e realidades. *Máthesis*, 10, 217-233.

- Ferreira, A.M.S. (2009). *Radioactividade das Águas da Região Subterrâneas do Minho*. Dissertação apresentada na Universidade do Minho, Escola de Ciências para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Ambiente Ramo de especialização em Qualidade Ambiental
- Fonseca, P., Barreiras, S., & Vasconcelos, C. (2005). Trabalho experimental no ensino da Geologia: Aplicações da investigação na sala de aula. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 1-5.
- Formosinho, J., & Machado, J. (2011). Escola, igualdade e autonomia. *ELO-Revista do Centro de Formação Francisco de Holanda. A avaliação e a democracia nas escolas*, 18, 15-26.
- Fortin, M. (1999). *O processo de investigação: da conceção à realização*. Loures: Lusociência-Edições Técnicas e Científicas Lda.
- Freire, A. (2009). Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação. Atas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo Branco.
- Gay, L., Mills, G., & Airasian, P. (2012). *Educational research: Competencies for analysis and applications* (10th ed.). Pearson.
- Gonçalves, C.V.M. (2006). *Avaliação dos Níveis de Radioactividade Natural na Região da Serra do Buçaco e factores Geológicos Condicionantes*. Tese de mestrado. Universidade de Coimbra, 107 p.
- Gray, A., Read, S., Mcgale, P. and Darby, S. (2009). Lung cancer deaths from indoor radon and the cost effectiveness and potential of policies to reduce them. *BMJ* 338: a3110. doi:10.1136/bmj.
- Hamido, G., & Azevedo, N. (2013). Investigar em educação: reflexões e perspetivas multidisciplinares. *Revista Interseções*, (27), 1-12.
- Hassard, J., & Dias, M. (2009). *The Art of Teaching Science: Inquiry and innovation in middle school and high school*. New York: Routledge.

- ITN – INSTITUTO TECNOLÓGICO E NUCLEAR (2002). - *Radão – Um Gás Radioactivo de Origem Natural*. Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear.
- Lambros, A. (2004). *Problem-based learning in middle and high school classrooms: A teacher's guide to implementation*. California: Corwin Press.
- LNEG. (1999). *As Cartas Geológicas ao Serviço do Desenvolvimento*.  
Link:[https://www.lneg.pt/CienciaParaTodos/edicoes\\_online/diversos/cartas/texto](https://www.lneg.pt/CienciaParaTodos/edicoes_online/diversos/cartas/texto)
- Magalhães, S., & Tenreiro-Vieira, C. (2006). Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento crítico: Um programa de formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 19 (2), 85-110.
- Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Silva, L., Encarnação, M., Horta, M., Calçada, M., Nery, R., & Rodrigues, S. (2017). *Perfil dos alunos a saída da Escolaridade Obrigatória*. Ministério da Educação Direção Geral da Educação.
- Martins, L.; Gomes, M.; Neves, L. & Pereira, A.. (2017). *Controlo geológico e mineralógico da radioatividade natural : um estudo na região de Trás-os-Montes e Alto Douro*. Tese de doutoramento. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 289 p.
- Martins, L.; Teixeira, R.; Pereira, A.; Neves, L. & Gomes, E.. (2013). A Radioatividade Natural das Regiões de Amarante e Vila Real (Norte de Portugal). *Revista de Geologia*. Vol. 26. 53 - 61.
- McColl, N. (2010). New HPA radon advice published. Environmental Radon, Newsletter Autumn 2010, ISSUE 64.
- McNaught, C., Lau, W., Lam, P., Hui, M., & Au, P. (2012). The dilemma of case-based teaching and learning in science in Hong Kong: students need it, want it, but may not value it. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1017-1036.

- Ministério da Educação e Ciência (2020). *Aprendizagens essenciais para o 9º ano de escolaridade e a sua articulação com o perfil do aluno para o século XXI* (p. 1-11). Direção Geral da Educação. ([https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Projetos\\_Curriculares/Aprendizagens\\_Essenciais/Consulta\\_Publica/3\\_ciclo/9\\_cn\\_cp.pdf](https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Projetos_Curriculares/Aprendizagens_Essenciais/Consulta_Publica/3_ciclo/9_cn_cp.pdf))
- Moon, B., Ross., K, Phillips, J. (2010). Cmap-based Assessment for Adult Learners. In J. Sánchez, A. Cañas, & J. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Beautiful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept mapping* (p-128- 137). Lorn Ediciones.
- Moutinho, S., Torres, J., & Vasconcelos, C. (2014). Aprendizagem Baseada Em Problemas e Ensino Expositivo: Um Estudo Comparativo. *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica*, 04 (01),15-31.
- Neves, L.J.P.F.; Rodrigues, A.C.S.L. & Pereira, A.J.S.C. (2003). Concentrações do gás radão em habitações da região uranífera de Canas de Senhorim-Nelas (Portugal Central). IV Congresso Ibérico de Geoquímica e XIII Semana de Geoquímica. *Resumos*, Coimbra, p. 267-269
- Novak, J. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate prepositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86, 548–571.
- Novak, J. (2010). *Learning, creating and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2ª ed.). Routledge.
- Novak, J. D. (1977). *A theory of education*. Cornell University Press.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge University Press.
- Novak, J., & Cañas, A. (2006). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01*. Florida Institute for Human and Machine Cognition.

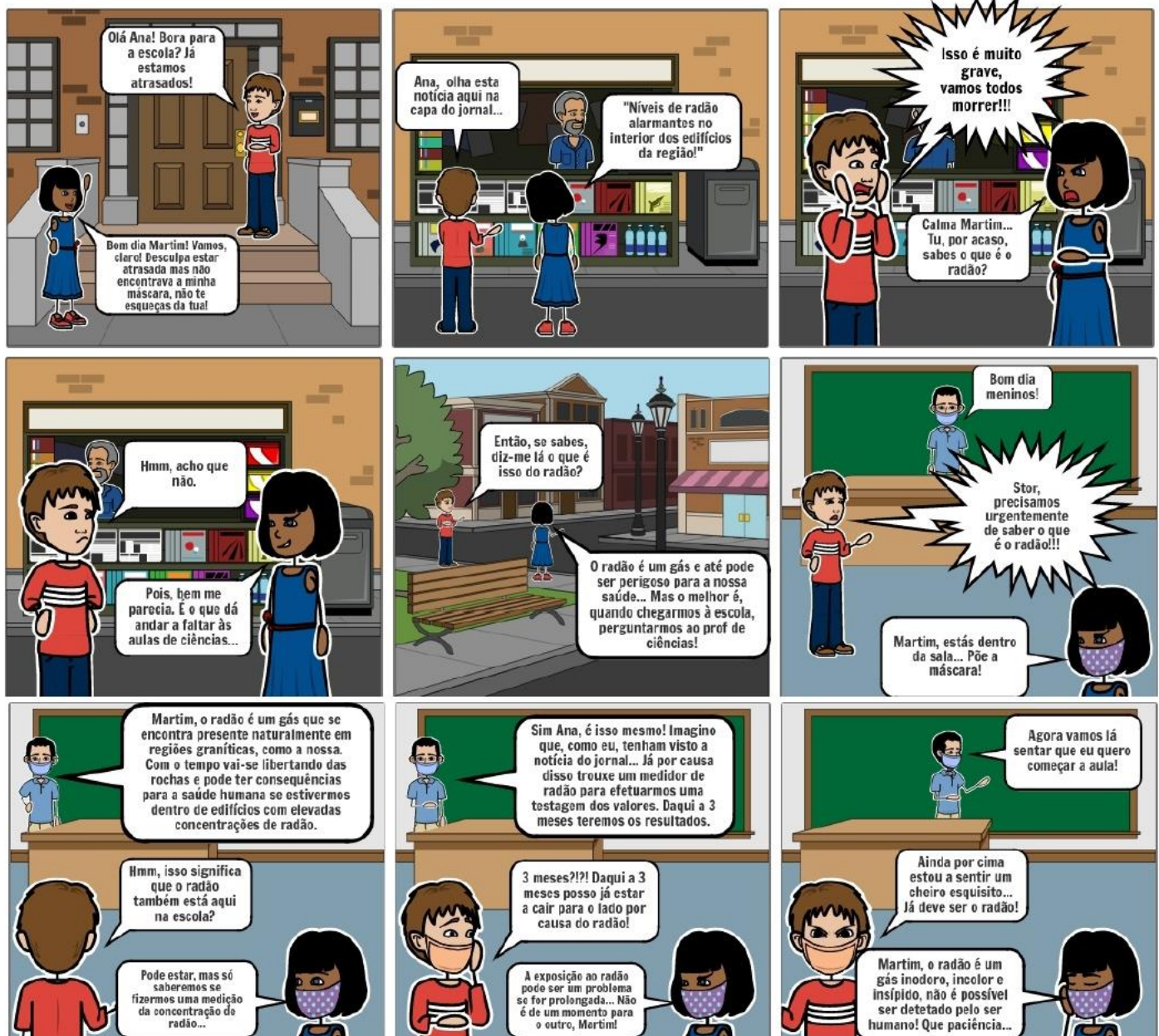
- Nóvoa, A. (2017). Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. *Cadernos de Pesquisa*, 47(166), 1106-1133.
- Pereira, A.J.S.C.; Neves, L.J.P.F.; Salgado, A.L.V. & Godinho, M.M. (2001). Concentração do Radão em Habitações da Área Urbana de Tondela (Portugal Central). VI Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa e XII Semana de Geoquímica, Faro, *Actas*, p. 711-714.
- Roldão, M. (2007). Formação de professores baseada na investigação e prática reflexiva. In *Conferência Desenvolvimento Profissional de Professores para a Qualidade e para a Equidade da Aprendizagem ao Longo da Vida*.
- Santos, M. (2011) *Noções introdutórias sobre o processo de planeamento*. Centro de Investigação em Sociologia e Antropologia “Augusto da Silva”, Universidade de Évora. Disponível em: [http://home.uevora.pt/~mosantos/download/Planeamento\\_NocoosIntrodutorias\\_28Jul11.pdf](http://home.uevora.pt/~mosantos/download/Planeamento_NocoosIntrodutorias_28Jul11.pdf)
- Shabani, K. (2016). Applications of Vygotsky’s sociocultural approach for teachers professional development. *Cogent Education*, 3(1), 1-10.
- Shin, I. & Kim, J. (2013). The effect of problem-based learning in nursing education: A meta-analysis. *Advances in Health Sciences Education*, 18(5), 1103-1120. doi: 10.1007/s10459-012-9436-2
- Spradley, J. (1980). Doing Participant Observation. Em J. Spradley (Ed.), *Participant Observation* (p. 53-62). Florida: Harcourt Brace Jovanovich Publishers
- Vasconcelos, C., & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia*. Porto Editora.
- Wu, H., & Hsieh, C. (2006). Developing Sixth Graders’ Inquiry Skills to Construct Explanations in Inquiry-based Learning Environments. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1289-1313. doi:10.1080/09500690600621035

## Apêndices

### Apêndice 1 - Ficha de apresentação do cenário-problema

# Radão

Dois colegas estão a caminho da escola quando passam por um quiosque e surpreendem-se com uma notícia...



**Panel 1:** Ana: "Olá Ana! Bora para a escola? Já estamos atrasados!"  
Martim: "Bom dia Martin! Vamos, claro! Desculpa estar atrasada mas não encontrava a minha máscara, não te esqueças da tua!"

**Panel 2:** Ana: "Ana, olha esta notícia aqui na capa do jornal..."  
Vendedor: "Níveis de radão alarmantes no interior dos edifícios da região!"

**Panel 3:** Ana: "Isso é muito grave, vamos todos morrer!!!"  
Martim: "Calma Martin... Tu, por acaso, sabes o que é o radão?"

**Panel 4:** Ana: "Hmm, acho que não."  
Martim: "Pois, tem me parecia. É o que dá andar a faltar às aulas de ciências..."

**Panel 5:** Ana: "Então, se sabes, diz-me lá o que é isso do radão?"  
Martim: "O radão é um gás e até pode ser perigoso para a nossa saúde... Mas o melhor é, quando chegarmos à escola, perguntarmos ao prof de ciências!"

**Panel 6:** Professor: "Bom dia meninos!"  
Ana: "Stor, precisamos urgentemente de saber o que é o radão!!!"  
Martim: "Martin, estás dentro da sala... Põe a máscara!"

**Panel 7:** Professor: "Martin, o radão é um gás que se encontra presente naturalmente em regiões graníticas, como a nossa. Com o tempo vai-se libertando das rochas e pode ter consequências para a saúde humana se estivermos dentro de edifícios com elevadas concentrações de radão."  
Ana: "Hmm, isso significa que o radão também está aqui na escola?"  
Martim: "Pode estar, mas só saberemos se fizermos uma medição da concentração do radão..."

**Panel 8:** Professor: "Sim Ana, é isso mesmo! Imagino que, como eu, tenham visto a notícia do jornal... Já por causa disso trouxe um medidor de radão para efetuarmos uma testagem dos valores. Daqui a 3 meses teremos os resultados."  
Ana: "3 meses?!?! Daqui a 3 meses posso já estar a cair para o lado por causa do radão!"  
Martim: "A exposição ao radão pode ser um problema se for prolongada... Não é de um momento para o outro, Mortim!"

**Panel 9:** Professor: "Agora vamos lá sentar que eu quero começar a aula!"  
Ana: "Ainda por cima estou a sentir um cheiro esquisito... Já deve ser o radão!"  
Martim: "Martin, o radão é um gás inodoro, incolor e insípido, não é possível ser detetado pelo ser humano! Que paciência..."

Fim...

## Apêndice 2 – Documentos de apoio (Texto de apoio 1)

### Radão: perigo que se esconde no granito

O radão é um gás radioativo presente no solo e nos materiais de construção de origem granítica. Como o Governo pouco tem feito pelas populações em risco, a DECO/PRO TESTE resolveu ajudar os seus associados que queiram medir os níveis deste gás em casa utilizando, para o efeito, um detetor.

A maioria dos portugueses não tem de se preocupar com o radão. Mas o mesmo não acontece com os habitantes dos distritos de Braga, Vila Real, Porto, Guarda, Viseu e Castelo Branco que devem manter-se atentos a este problema, pois vivem em zonas graníticas. No distrito de Portalegre, a Serra de São Mamede também oferece riscos.

Como o radão não tem cor, cheiro ou sabor, não se dá por ele. Por isso, a única forma de o consumidor saber se tem níveis elevados deste gás em casa, é efetuando uma medição. Em 2001, a DECO/PRO TESTE publicou um estudo em que alertou para o problema e apresentou os resultados algo preocupantes de medições que efetuou às concentrações de radão.

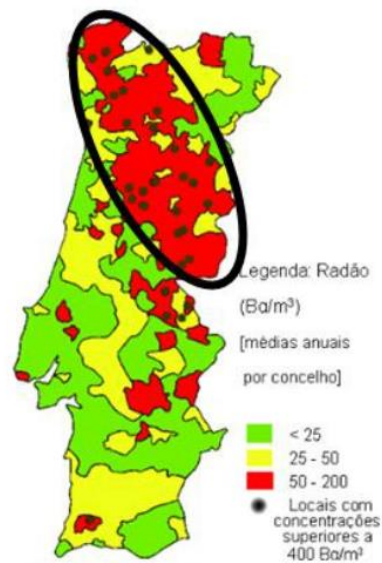
médias de radão

As medições foram feitas através de um detetor, que os moradores colocaram na divisão mais frequentada da sua habitação, durante cerca de um mês. Embora quase dois terços das medições tenham, felizmente, ficado abaixo do nível de alerta recomendado pela União Europeia (200 Bq/m<sup>3</sup>), a verdade é que 22% dos casos excederam esse nível e 17% estavam mesmo acima do limite máximo tolerado (400 Bq/m<sup>3</sup>).

Na altura, a ação do Governo quanto a este problema era nula. Passados dois anos, o cenário não se alterou. Por esta razão, aquela associação de consumidores negociou um protocolo com o Instituto Tecnológico e Nuclear, para ajudar quem queira verificar se a sua saúde está a correr riscos com o ar que respira em casa. O protocolo inclui, também, uma redução no preço das análises.

(...)

Aquela revista defende que o Ministério das Cidades, do Ordenamento do Território e Ambiente invista em ações de informação para as populações que vivam nas zonas de maior risco, apresentando medidas para prevenir o problema e soluções para diminuí-lo ou resolvê-lo. Apela, ainda, para que o Governo e as autarquias das zonas de risco mais elevado assumam a responsabilidade, inclusivamente financeira, de fazer as medições necessárias.



Concentrações médias anuais de radão por concelho, em Portugal

Figura 1 - Mapa das concentrações

A PRO TESTE recomenda, sobretudo, a quem viver numa das zonas graníticas ou suspeitar dos seus materiais de construção (bancadas de cozinha ou pedras de lareira, por exemplo), que, antes de mais, conheça o nível de concentração de radão na sua casa. Se o resultado da análise estiver entre os 200 e os 400 Bq/m<sup>3</sup>, há algumas medidas que podem ser tomadas no dia-a-dia: tapar as fendas que se abrem no pavimento ou junto às tubagens e arejar a casa todos os dias, favorecendo a circulação do ar.

Adaptado de Deco/Proteste, 2003.

## Apêndice 3 – Documentos de apoio (Texto de apoio 2)

### O que é o Radão?

O Radão (Rn) é um gás nobre incolor e inodoro com número atómico 86 em que o isótopo mais estável é o Rn-222 e possui uma semivida de aproximadamente 3,8 dias. Para explicar o que é uma semivida, tens de compreender que alguns elementos que existem na Natureza são bastante instáveis, sendo que tendem a tornar-se em outros elementos mais estáveis. Assim, uma semivida corresponde ao tempo necessário para ocorrer o decaimento radioativo (desintegração) de metade da quantidade dos isótopos radioativo iniciais num isótopo mais estável.

A exposição ao radão pode se dar de duas formas:

**Radão no ar:** O radão formado pela desintegração do urânio é libertado e pode acabar por ser inalado;

**Radão na água:** O radão também pode se dissolver e acumular na água de fontes subterrâneas, podendo futuramente escapar da água quando se abre as torneiras.

Vamos agora focar qual é a ligação entre o granito e o radão e como é que este gás entra nos edifícios. É provável que já tenhas ouvido falar que locais com abundância de granitos têm maior concentração de radão e que a população tende a sofrer mais cancros do pulmão. Porque é que isto acontece?

Os granitos, principalmente os de grão médio a grosseiro, têm permeabilidade elevada. Desta forma, a existência de falhas proporciona a existência de elevada concentração de urânio. Como vimos, o urânio pode passar por uma série de decaimentos radioativos e originar o radão.

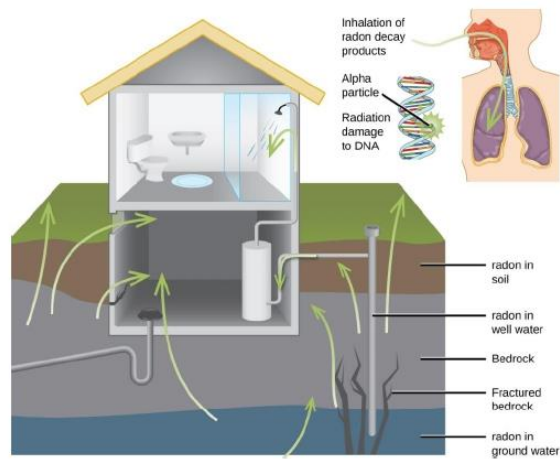
Assim, o radão pode-se depois infiltrar nos espaços interiores e como tem uma densidade seis vezes maior que o ar, armazena-se nos andares inferiores. À medida que a concentração aumenta, este difunde-se pela habitação. No entanto, o radão também pode ser libertado nos chuveiros e torneiras quando a fonte de água contem este gás dissolvido.

O radão é considerado a segunda causa de cancro do pulmão a nível mundial, e a causa principal de cancro de pulmão em não fumadores. No caso de fumadores, a exposição ao radão acentua o risco de cancro do pulmão. Este problema ocorre pois o radão durante a desintegração, emite partículas alfa com elevada energia. Estas tendem a perder uma elevada quantidade desta energia ao interagir com outros átomos ou moléculas, emitindo-a para a área envolvente (radiação alfa, que normalmente é acompanhada de radiação gama). Caso isto ocorra no interior do corpo humano, principalmente nos pulmões, as partículas alfa podem interagir com moléculas de ADN, levando a mutações do material genético, podendo originar morte celular e tumores malignos.

Para fazer uma medição deste gás existem diversas maneiras de o fazer, sendo que grande parte dos aparelhos que medem a concentração tendem a medir a quantidade de partículas alfa que são emitidas, ou seja, a quantidade de vezes que ocorre decaimento do radão. No entanto, cada aparelho apresenta uma forma específica de o fazer. Para garantir uma medição mais precisa, deve-se fazer estas medições em diferentes alturas do ano, pois normalmente no inverno existem maiores quantidades deste gás (o ar é menos vezes arejado devido às temperaturas reduzidas no exterior) e no verão há uma menor concentração.

Para reduzir a concentração de radão, uma das medidas essenciais é o arejamento correto das divisões de forma a que este gás não se acumule no interior de habitações. Além disso, como o radão tem uma semivida

curta, a remoção da fonte de radão leva à redução substancial da concentração deste gás nas habitações num período de tempo reduzido. Quando isto não é possível, existem técnicas e materiais de construção que evitam a entrada deste gás ou podem ser instalados sistemas de ventilação.



**Figura 1** - O radão e a sua entrada nos edifícios

Adaptado de <https://jovens.aesps.pt/fq/radao/>

## Apêndice 4 – Documentos de apoio (Texto de apoio 3)

### Radioatividade natural

A radioatividade é um fenómeno natural que sempre existiu mas que apenas foi descoberto, no ano de 1896, pelo físico francês Henry Becquerel (1852-1908). O físico deixou chapas fotográficas em contacto com urânio, um elemento radioativo natural, e observou manchas nas mesmas, concluindo que estas tinham origem na emissão de radiação. Um ano depois, a polaca Marie Curie, a primeira mulher a ser laureada com um Prémio Nobel, interessou-se pelo fenómeno descoberto por Becquerel e percebeu que, para além do urânio, existia outro elemento conhecido, o tório, que também era radioativo. Com o desenvolvimento de trabalhos na área, juntamente com o marido, o físico francês Pierre Curie, começaram a suspeitar da existência de outros elementos radioativos até então desconhecidos. Um deles foi descoberto em julho de 1898, tendo-lhe sido atribuído o nome de rádio.

A radioatividade consiste na transformação de um núcleo de um átomo, seguida da emissão de partículas ou de radiação eletromagnética. O núcleo obtido pode tornar-se estável ou continuar radioativo. A ocorrência deste processo é aleatória, sendo apenas possível determinar a probabilidade de ocorrer, apesar de não ser possível determinar uma data precisa.

Hoje sabemos que o fenómeno da radioatividade natural presente na atmosfera resulta, essencialmente, de dois processos: da emanção, proveniente do solo de gases nobres radioativos (radiação terrestre) e da interação entre a radiação proveniente do espaço e os gases existentes na atmosfera terrestre (radiação cósmica). Os Radionuclídeos Cosmogénicos Primordiais, resíduos do Big Bang, afetam o ar e os alimentos que mais tarde inalamos ou ingerimos podendo provocar mutações às nossas células.

Populações que vivem em regiões graníticas, principalmente a região norte e centro do nosso país, estão suscetíveis à radiação proveniente do solo e que se encontra presente no ar que respiramos. Um dos isótopos (átomos de um elemento químico cujos núcleos têm o mesmo número atómico) que mais contribui para a exposição à radiação natural é o radão, sendo que a sua concentração na atmosfera não é constante, variando com as características geológicas de cada região.



Figura 1 – Sinal de perigo, radioatividade

Autor

## Apêndice 5 – Documentos de apoio (Cartaz)



The poster features the APA logo at the top center, consisting of a circular pattern of green and blue dots next to the text 'apa agência portuguesa do ambiente'. Below the logo, the title 'CAMPANHA NACIONAL DE MONITORIZAÇÃO DO GÁS RADÃO' is written in large, bold, teal and black letters. On the left, a torn paper effect reveals a map of Portugal with several question marks, and the word 'RADÃO' is written in large black letters over a green question mark. On the right, a circular graphic with the text 'COLABORE CONNOSCO!' surrounds two radon detectors labeled 'LRN-D' and 'N-DCT'. Below this, the text reads 'Basta colocar o detetor fornecido na divisão mais utilizada durante 3 meses.' At the bottom right, three call-to-action boxes provide contact information: 'Para participar nesta campanha contacte-nos através:', an email address 'radao@apambiente.pt', and a phone number '214 728 262'. A teal footer bar at the bottom contains the text 'Para mais informações: apambiente.pt\radiao\_campanha'.

**apa** agência portuguesa do ambiente

# CAMPANHA NACIONAL DE MONITORIZAÇÃO DO GÁS RADÃO

COLABORE CONNOSCO!

Basta colocar o detetor fornecido na divisão mais utilizada durante 3 meses.

Para participar nesta campanha contacte-nos através:

✉ [radao@apambiente.pt](mailto:radao@apambiente.pt)

☎ 214 728 262

Para mais informações: [apambiente.pt\radiao\\_campanha](http://apambiente.pt\radiao_campanha)

## Apêndice 6 – Documentos de apoio (Folheto)

### MAPA DE RISCO DE EXPOSIÇÃO AO RADÃO

A sua colaboração ajuda-nos a responder às seguintes perguntas:

Quais as zonas mais e menos afetadas do país?

Quais são as populações potencialmente em risco?

Quais são os edifícios onde se recomenda a monitorização?

**A sua colaboração é muito importante!**

Leia atentamente este folheto.  
Se tiver dúvidas consulte o nosso website ou contacte-nos pelos meios indicados no verso.

Para mais informações:  
[apambiente.pt/radao\\_campanha](http://apambiente.pt/radao_campanha)



**radao@apambiente.pt**

Agência Portuguesa do Ambiente  
Departamento de Emergências e Proteção Radiológica  
Divisão de Planeamento e Proteção Ambiental

Rua da Murgueira, 9  
Bairro Zambujal - Alfragide  
2610-124 Amadora



### CAMPANHA NACIONAL DE MONITORIZAÇÃO DO GÁS RADÃO



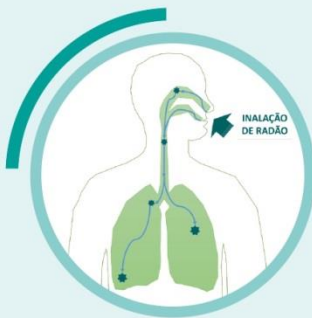
☎ 214 728 262

**PARTICIPE!**



O **radão** é um gás radioativo de **origem natural**, incolor e inodoro.

Provém do urânio presente nas rochas e solos.



O **radão** produz **partículas radioativas** que provocam danos nos pulmões.

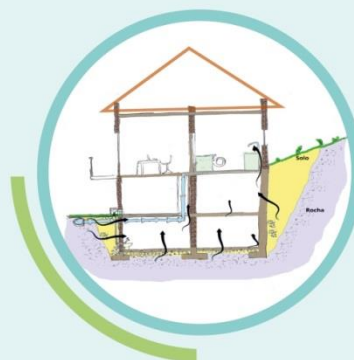
A exposição prolongada ao radão no interior de edifícios pode causar  **cancro do pulmão**.

O **radão** está naturalmente presente no ar que respiramos.

No exterior dos edifícios, o **radão** dissipa-se e as suas concentrações são baixas.

O **radão**, vindo do solo, entra para o interior dos edifícios, através de **fissuras e fendas** no chão e paredes.

Pode acumular-se no interior e atingir valores elevados.



A **Agência Portuguesa do Ambiente (APA)** com a colaboração da Universidade de Coimbra está a proceder ao levantamento de dados sobre a exposição das populações ao gás radão para o desenvolvimento de um **mapa de risco**, no âmbito da elaboração do Plano Nacional para o Radão.

Este plano é uma obrigação legal desta agência e deverá estar concluído em 2022.



Fazer um **teste ao radão** é simples. Basta colocar o detetor fornecido na divisão mais utilizada durante **3 meses**.

O detetor é de pequenas dimensões e não necessita de energia para funcionar.

## Apêndice 7 – Ficha de monitorização



### Ficha de Monitorização

Ficha de monitorização: Exposição ao radão	
Lista de factos:	Questões-Problema:
Planificar a investigação:	
Proposta de solução:	

## Apêndice 8 – Mapa de conceitos (não preenchido)

### Mapa de conceitos

**Atividade:** Elabora um mapa de conceitos de forma a responder às questões problema. Para isso, mobiliza os conceitos que se encontram na coluna à direita. Caso consideres pertinente podes acrescentar outros conceitos.



Radiação

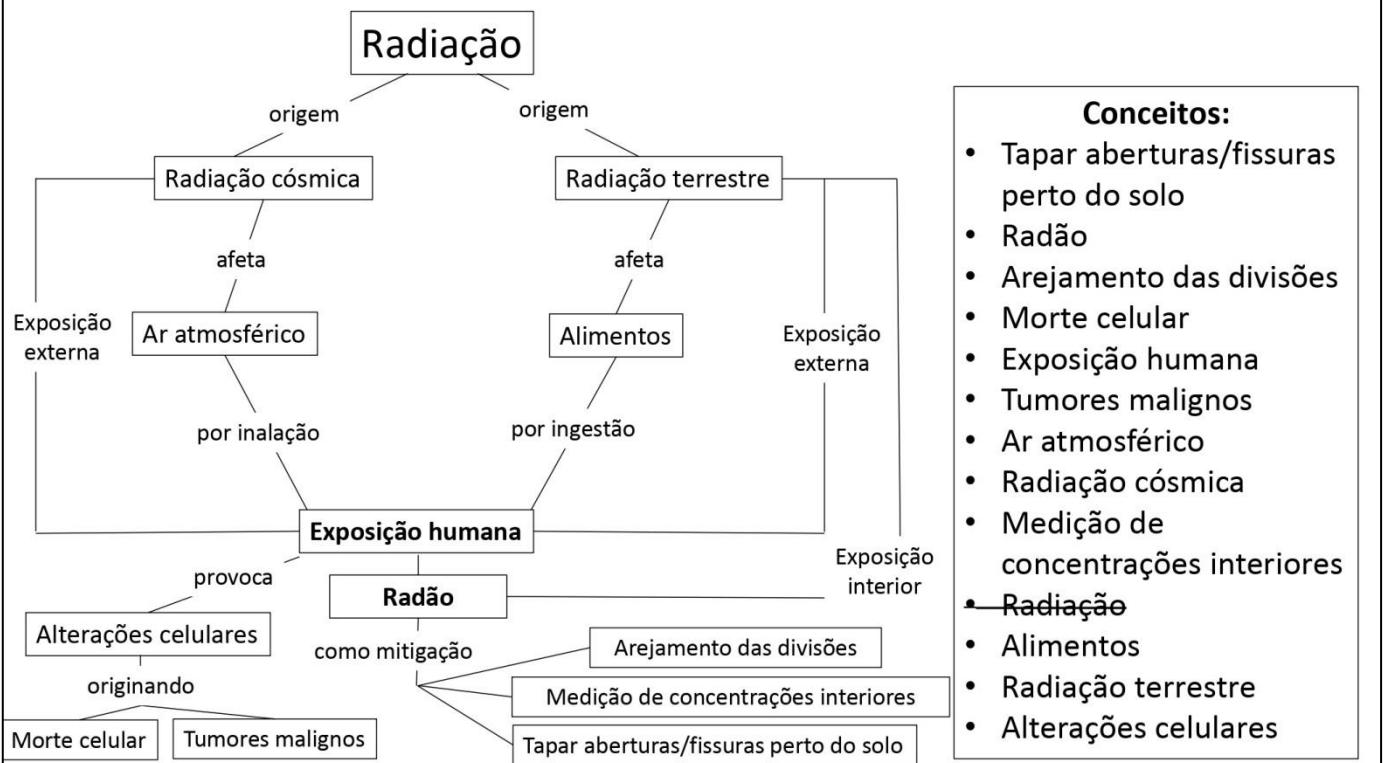
#### Conceitos:

- Tapar aberturas/fissuras perto do solo
- Radão
- Arejamento das divisões
- Morte celular
- Exposição humana
- Tumores malignos
- Ar atmosférico
- Radiação cósmica
- Medição de concentrações interiores
- Radiação
- Alimentos
- Radiação terrestre
- Alterações celulares

## Apêndice 9 – Mapa de conceitos de referência

### Mapa de conceitos

**Atividade:** Elabora um mapa de conceitos de forma a responder às questões problema. Para isso, mobiliza os conceitos que se encontram na coluna à direita. Caso consideres pertinente podes acrescentar outros conceitos.





## Apêndice 11 – Grelha de observação grupal



### Grelha de observação dos diferentes grupos

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Enunciam questões-problema				
Recorrem a factos do cenário/problema				
Planificam a investigação				
Apresentam novas informações				
Propõem soluções para o problema				

	Grupo V	Grupo VI	Grupo VII	Grupo VIII
Enunciam questões-problema				
Recorrem a factos do cenário/problema				
Planificam a investigação				
Apresentam novas informações				
Propõem soluções para o problema				

**Níveis a atribuir:**

- 1 – Não satisfatório
- 2 – Satisfatório
- 3 – Muito satisfatório

**Outras informações:**

Observador(a): \_\_\_\_\_

## Apêndice 12 – Planificação de aula (PI)



### Planificação de aula

Ano letivo 2020/2021

**Disciplina:** Ciências Naturais  
**Professores:** Luís Dias

**Ano:** 9º Turma: -  
**Nº de alunos:** 23

<b>Domínio</b>	Viver melhor na Terra
<b>Subdomínio</b>	Organismo humano em equilíbrio
<b>Aprendizagens essenciais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisar criticamente estratégias de atuação na promoção da saúde individual, familiar e comunitária, partindo de questões enquadradas em problemáticas locais, regionais ou nacionais.</li> </ul>
<b>Objetivo geral</b>	Reconhecer a importância do radão na incidência de doenças do sistema respiratório;
<b>Objetivos específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Refletir criticamente sobre os efeitos do ambiente e dos estilos de vida no equilíbrio do sistema respiratório.</li> <li>- Relacionar a ação combinada do tabaco e do radão com o aumento de risco de doenças respiratórias;</li> </ul>
<b>Aula nº 80</b>	<b>Sumário:</b> Aprendizagem baseada na resolução de problemas: Radão um problema radioativo.
<b>Data:</b> 25/05/2021	<b>Duração:</b> 50 minutos + 50 minutos

### Planeamento da aula

Fase	Conteúdos programáticos	Métodos e técnicas pedagógicas	Recursos didáticos	Avaliação	Conceitos
Introdução	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Breve contextualização da ABRP;</li> <li>- Apresentação do cenário.</li> </ul>	Expositiva	Ficha de apresentação do cenário (BD)	Formativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ABRP;</li> <li>- Radão;</li> <li>- Radioatividade;</li> <li>- Exposição;</li> <li>- Valor limite.</li> </ul>
Desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantamento das questões-problema;</li> <li>- Investigação dos alunos e produção do produto final.</li> </ul>	Ativa (Investigação dos alunos)	Textos de apoio, cartaz radão, folheto radão e ficha de monitorização.	Formativa	
Conclusão	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preenchimento do Mapa de Conceitos (Produto final).</li> </ul>	Ativa (Preenchimento do Mapa de Conceitos)	Textos de apoio, cartaz radão, folheto radão, ficha de monitorização e Mapa de Conceitos	Mapa de Conceitos	

Apêndice 13 – Produto final (Mapas de conceitos preenchidos)

