

# ENSINAR E APRENDER EM UNIVERSIDADES SENIORES: CONCEÇÕES SOBRE A ESTRUTURA DA TERRA

Alexandra Cardoso<sup>1</sup>; Joana Faria<sup>1</sup>; Tiago Ribeiro<sup>1</sup>; Ana Pinheiro<sup>2,3</sup>; Clara Vasconcelos<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências da Universidade do Porto; <sup>2</sup>Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti;

<sup>3</sup>Centro de Estudos em Desenvolvimento Humano da Universidade Católica Portuguesa; <sup>4</sup>Instituto de Ciências da Terra, Pólo do Porto.

*cvascon@fc.up.pt*

## Resumo

Vários estudos alertam para a baixa literacia científica evidenciada por cidadãos portugueses das várias idades. A maioria das investigações abordam estas conceções junto de crianças ou jovens, mas pouco é referido na literatura sobre cidadãos seniores. Dado o aumento da esperança de vida em Portugal, o número de associados das universidades seniores tem vindo a aumentar, sendo necessário intervir, potenciando o conhecimento científico, nomeadamente referindo a sua aplicação no quotidiano.

O presente estudo tem como intenção averiguar se os indivíduos frequentadores de uma universidade sénior não conferente de grau, do concelho do Porto, possuem conhecimentos em geociências. O principal objetivo é o diagnóstico de conceções sobre a estrutura interna da Terra. Tal propósito justifica-se pela baixa literacia encontrada em temas de geociências nos cidadãos portugueses, em particular nos seniores. O estudo preliminar apresentado tem como última finalidade intervir no âmbito da realização de *workshops* direcionados para a temática da ciência no dia-a-dia, explicitando o contributo das geociências no quotidiano de qualquer cidadão. Relembramos que o conhecimento do interior da Terra ajudará a compreender temáticas como a exploração de recursos naturais, a sismologia, o vulcanismo ou a aplicação de gemas na ourivesaria, o titânio em implantes dentários ou a retenção e exploração de água dos aquíferos.

Metodologicamente foi realizado um pequeno levantamento (*survey*) aplicando um questionário validado por um painel de dois especialistas. A amostra é constituída por 23 indivíduos, sendo apenas um do género masculino, com uma média de idade de 72 anos. O questionário foi respondido voluntariamente e o seu preenchimento teve a duração aproximada de 15 minutos. Foi aplicado pelos autores do trabalho durante cinco dias úteis e durante os intervalos de atividades habituais da instituição.

Após a recolha de dados, a análise dos questionários permitiu um estudo baseado na estatística descritiva e no teste do qui-quadrado. Os resultados possibilitaram verificar que não existem diferenças significativas nas respostas dadas por indivíduos de diferentes idades. A análise de conteúdo dos desenhos obtidos demonstrou o baixo domínio de conhecimentos na temática, sendo o interior da terra geralmente concebido como um local onde existe água e fogo.

Palavras-chave: conceções; estrutura interna da Terra; literacia científica; cidadão sénior.

## Abstract

Several studies report on the low scientific literacy evidenced by Portuguese citizens of all ages. The majority of the research addresses these conceptions among children or young people, but little is mentioned regarding senior citizens. The increase in life expectancy in Portugal and the growing number of participants in senior universities, ask for an intervention focused in promoting scientific knowledge and especially addressing its application in everyday life contexts.

This study intends to investigate whether or not those individuals of the municipality of Porto and attending a non-university degree university have knowledge in geosciences. The main objective is to diagnose conceptions about the internal structure of the Earth. This purpose is justified by the low literacy regarding subjects related to geosciences found in Portuguese citizens, particularly in seniors. The preliminary study ultimately aims to intervene through workshops focusing in everyday life applications of science and the contribution of geosciences to our daily lives. The knowledge of the interior of the Earth will help to understand topics as different as the exploration of natural resources, seismology, volcanism, the application of gemstones in jewelry or titanium in dental implants, or even the retention and exploitation of water and aquifers.

Methodologically, a small survey was carried out resorting to a questionnaire validated by a panel of two specialists. The sample consists of 23 individuals with an age average of 72 years. Only one of the participants was male. The questionnaire was answered voluntarily and its completion took approximately 15 minutes. The survey was applied by the authors over five working days and during the intervals of the usual activities of the institution.

Following the data collection, a descriptive statistic and the chi-square test was entailed. Findings showed that there are no significant differences in the answers given by individuals of different ages. The content analysis of the drawings demonstrated a low domain of knowledge in the subject, since the interior of the earth was generally perceived as a place where there is water and fire.

Keywords: conceptions; internal structure of the Earth; scientific literacy; senior citizen.

## Introdução

### *A literacia científica e as universidades seniores*

A esperança média de vida à nascença, em Portugal, têm vindo a aumentar há várias décadas, não tendo sofrido qualquer decréscimo desde o ano de 1996 (PORDATA, 2017). Consequentemente, e tendo em conta que a taxa de natalidade do país tem uma tendência decrescente, a população portuguesa enfrenta um envelhecimento gradual. Segundo as projeções do Instituto Nacional de Estatística, este último só estabilizará a partir do ano 2060 (INE, 2015). Com o aumento da representatividade da população de seniores em Portugal, importa intervir na promoção da literacia científica destes cidadãos.

O conceito de literacia científica é muito amplo, podendo assumir variados significados. Desde que foi introduzido, na década de 1950, foi sofrendo algumas modificações (DeBoer, 2000), sendo um conceito dependente do contexto sociocultural. De forma geral, a literacia científica prende-se com o conhecimento e a compreensão da ciência pelos cidadãos (Hurd, 1998). A literacia científica vai muito além do mero conhecimento dos conteúdos científicos e inclui o entendimento da natureza da ciência, bem como do processo científico que se encontra na base dos avanços que testemunhamos nos últimos séculos.

Existem vários estudos que alertam para a baixa literacia científica dos cidadãos portugueses, alguns deles na área das Ciências da Terra (Vasconcelos, Costa, Vasconcelos & Torres, 2016; Vasconcelos, Torres & Costa, 2017). Nas sucessivas edições do reconhecido PISA - *Programme for International Student Assessment* – os alunos portugueses obtiveram resultados abaixo da média dos países da OCDE, cenário que se inverteu no ano 2015, refletindo os esforços para a promoção da literacia científica nos jovens em idade escolar (Marôco, Gonçalves, Lourenço & Mendes, 2015). A maioria dos estudos e intervenções para o desenvolvimento e a avaliação da literacia científica em Portugal são direcionados para as gerações jovens, existindo uma lacuna relativamente às gerações mais velhas.

Um cidadão cientificamente literato é capaz de tirar proveito da ciência no seu quotidiano, recorrendo a ela para tomar decisões conscientes e informadas, para participar de forma ativa, ponderada e cívica na sociedade, bem como para resolver os próprios problemas. Assim, o conhecimento científico, além do seu valor intrínseco, revela grande utilidade na vida de todos os indivíduos.

Atualmente, as gerações mais velhas são confrontadas com os resultados de um rápido progresso científico e tecnológico e com consequências diárias nas suas vidas, as quais, muitas vezes, não conseguem acompanhar. Esta dificuldade pode desencadear nos cidadãos seniores um sentimento de exclusão, levando-os a uma participação menos ativa na sociedade. Não devemos, assim, negligenciar o ensino das ciências em qualquer faixa etária. No limite, a ciência pode surgir como resposta à curiosidade dos indivíduos sobre o mundo que os rodeia e às suas inquietudes, encontrando explicações plausíveis e coerentes para muitos fenómenos (Teodoro & Zérrillo, 2012).

A construção de uma sociedade mais literata cientificamente passa, também, por oferecer aos seniores acesso à ciência no dia-a-dia. Assim como nas escolas os jovens têm acesso a disciplinas de carácter científico, os seniores deverão/poderão tê-lo, também. Este acesso pode e deve ser mediado por instituições como as universidades seniores. Em Portugal, estas universidades são cada vez mais numerosas e promovem um envelhecimento ativo da população, contribuindo para uma aprendizagem ao longo da vida. A oferta formativa destas instituições é predominantemente direcionada para o desenvolvimento motriz, linguístico, artístico, cultural e social dos seniores, sendo negligenciado o ensino das ciências (Pinto, 2008).

Assim, este estudo exploratório surge como uma primeira abordagem para a inclusão de atividades de índole científica nas universidades seniores, tendo como última finalidade intervir no âmbito da realização de *workshops* direcionados para a temática da ciência no dia-a-dia, explicitando o contributo das geociências no quotidiano.

### ***A Estrutura Interna da Terra***

Há muitos séculos que o Homem tenta explicar e prever o que se encontra no interior da Terra. Na impossibilidade de prospear os nossos planetas até ao centro, muitos são os modelos explicativos, mais ou menos acurados, do seu interior. Na base destas representações está a observação aliada à criatividade e imaginação do seu criador, de acordo com o contexto sociocultural da altura. Não é incomum, ou mesmo estranho, encontrar vários modelos nos quais o planeta é formado por águas diluvianas, oco ou mesmo composto por luxuriantes ecossistemas. Por exemplo, Descartes, no século XVII, foi o primeiro filósofo a imaginar e a descrever o interior da Terra composto por um núcleo de matéria solar (fig.1A-I), uma camada compacta da mesma matéria que as manchas solares (fig.1A-M), uma faixa de terra densa (fig.1A-C), uma camada de água (fig.1A-D), uma de ar (fig.1A-F) e outra de terra mais fina (fig.1A-E) que se mantém acima do vácuo como uma abóbada. Woodward propôs um modelo, em 1695, que pressupunha a dissolução completa do material rochoso, à exceção dos fósseis, pelas águas do dilúvio (fig.1B). A Terra seria, assim, formada por uma imensa esfera aquosa, chamada abismo, recoberta por camadas concêntricas segundo ordem de densidades. (Torres & Vasconcelos, 2013).

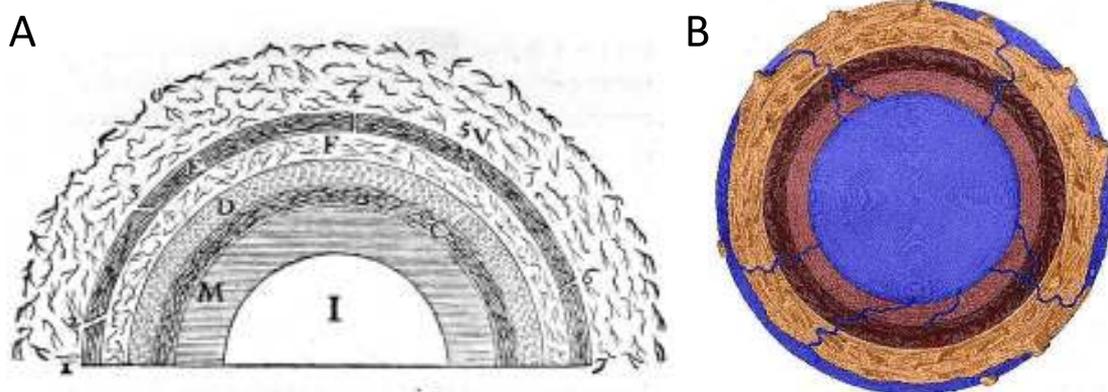


Figura 1. Modelos da estrutura interna da Terra propostos por Descartes (A) e por Woodward (B).  
(Retirado de Torres & Vasconcelos, 2013, pp. 51 e 53)

O modelo da Estrutura Interna da Terra atualmente aceite pela comunidade científica (fig.2) resulta da sinergia de dados provenientes de múltiplos trabalhos de investigação e ciências, desde a sismologia e geofísica, à química e matemática. De forma simplificada, com base nas propriedades físico-químicas dos materiais que a constituem, a Terra possui uma estrutura concêntrica dividida em camadas ladeadas por discontinuidades (Jordan, 1979). Contudo, os limites destas camadas e sua definição

dependem da natureza dos dados que estamos a analisar e são objeto de muita discussão. Neste sentido, foram criados dois modelos: um modelo físico e um modelo químico (Dias, Freitas, Guedes & Bastos, 2013).

De acordo com as propriedades físicas, como a rigidez e fluidez, dos materiais rochosos que constituem a Terra, esta possui uma estrutura composta pelas seguintes camadas concêntricas: litosfera, astenosfera, mesosfera e endosfera (Dias, Freitas, Guedes & Bastos, 2013). A litosfera é uma camada rígida que inclui a crosta e a porção rígida do manto (Skinner & Porter, 1987; Jordan, 1979). A astenosfera é a camada subjacente à litosfera, constituída por material parcialmente fundido e facilmente deformável (Barrell, 1914; Jordan, 1979). A mesosfera é uma camada rígida que inclui parte do manto superior e do manto inferior (Condie, 2001; Jordan, 1979). Por fim, a endosfera é a camada mais profunda, fluída até aos 5150 km de profundidade (aproximadamente) e depois rígida (Jordan, 1979), correspondendo à endosfera externa e à endosfera interna respetivamente.

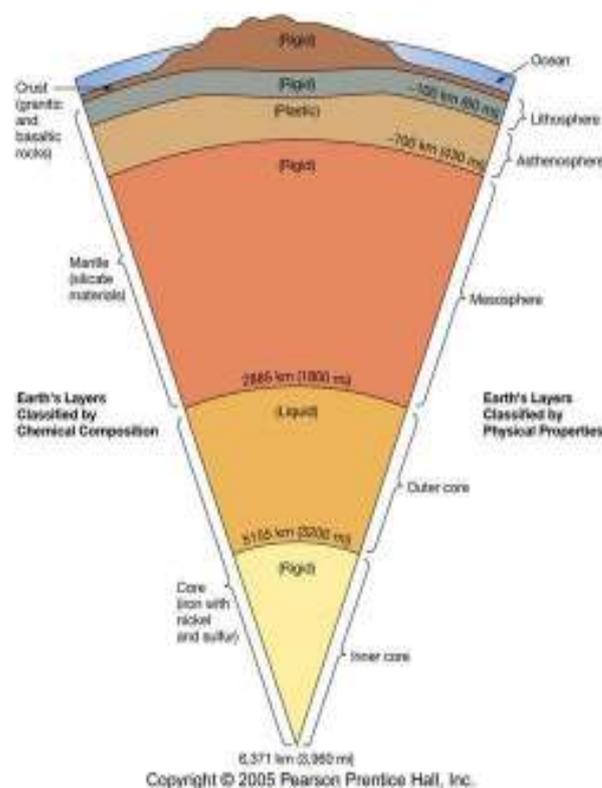


Figura 2. Modelo físico e químico da estrutura interna da Terra atualmente aceite.  
(Retirado de Trujillo & Thurman, 2010, p. 20)

Por outro lado, de acordo com as propriedades químicas, a Terra possui uma estrutura composta por crosta, manto e núcleo (Dias, Freitas, Guedes & Bastos, 2013). A camada mais externa denomina-se crosta e é formada por materiais muito heterogêneos, sendo rica em sílica, alumínio e magnésio. O manto é a camada subjacente à crosta, inclui material rochoso exposto a altas temperaturas e pressões, sendo rico em ferro e

magnésio. Finalmente, o núcleo é a camada mais interna da Terra, composta, essencialmente, por ferro e níquel (USGS, 2011).

Além do valor em termos de cultura científica, o conhecimento sobre a estrutura interna do nosso planeta é útil para a resolução de problemas e a tomada de decisões no quotidiano de todos os cidadãos. Saber como é constituído o interior do nosso planeta ajudará a compreender temáticas como a exploração de recursos naturais, a sismologia, o vulcanismo ou a aplicação de gemas na ourivesaria, o titânio em implantes dentários ou a retenção e exploração e água dos aquíferos.

### **Metodologia**

Com o objetivo de estudar as conceções dos cidadãos seniores relativamente à estrutura interna da Terra foi desenvolvido e administrado um inquérito por questionário, no qual era pedido aos participantes para, através de um desenho, representarem e legendarem o que imaginam ser o interior do nosso planeta. O instrumento de recolha de dados foi validado por um painel de dois especialistas da área de educação.

Esta investigação contou com a participação de associados de uma universidade sénior localizada na cidade do Porto. Esta instituição, sem fins lucrativos, onde decorreu a recolha de dados, oferece atividades de desenvolvimento social e cultural para os elementos seniores da região desde 2010. Em média, esta instituição é frequentada por 45 idosos.

Durante o período de recolha de dados reparamos na inexistência de qualquer oferta formativa relacionada com a área científica, pelo que os dados não foram afetados por qualquer aprendizagem recente sobre a temática em estudo.

A equipa de investigadores aplicou o questionário, durante 5 dias de uma mesma semana, a todos os associados que participaram de forma voluntária. O tempo médio dedicado ao preenchimento do mesmo não ultrapassou 10 minutos. Os questionários foram preenchidos nos intervalos entre as diferentes aulas, de modo a causar o menor constrangimento possível no dia-a-dia da instituição.

### ***Amostra***

Neste estudo preliminar, a amostra é composta por 23 elementos (n=23) com idades compreendidas entre os 53 e os 95 anos (idade média de 72 anos). A maioria dos respondentes são mulheres (n=22; 95,7%), existindo apenas um homem (4,3%). A grande maioria dos seniores (82,6%) afirmou que considera que mantém uma vida ativa. Os dados relacionados com as habilitações literárias e profissão(ões) anterior(es) à reforma dos inquiridos encontram-se descritos nos quadros 1 e 2, respetivamente.

Trata-se de uma amostra de conveniência, os inquiridos foram os associados de uma universidade sénior disponíveis para participar voluntariamente. A amostra deste estudo é não probabilística, pelo que não é possível realizar generalizações.

Quadro 1. Habilitações literárias dos inquiridos.

Habilitações literárias	n	%
1º Ciclo do Ensino Básico	2	8,7
2º e 3º Ciclos do Ensino Básico e Ensino Secundário	8	34,8
Bacharelato	3	13,0
Licenciatura	9	39,1
Mestrado	1	4,3

Quadro 2. Profissão anterior à reforma dos inquiridos.

Profissão anterior à reforma	n	%
Representantes do poder legislativo e de órgãos executivos, dirigentes, diretores e gestores executivos	1	4,3
Especialistas das atividades intelectuais e científicas	12	52,2
Técnicos e profissões de nível intermédio	1	4,3
Pessoal administrativo	4	17,4
Trabalhadores qualificados da indústria, construção e artífices	3	11,5
Operadores de instalações e máquinas e trabalhadores da montagem	1	4,3
Trabalhadores não qualificados	3	11,5

Nota: alguns inquiridos indicaram mais do que uma profissão.

## Discussão dos resultados

Após a aplicação do questionário, procedeu-se à análise de conteúdo das respostas. Desta forma, os desenhos (fig.3) foram divididos em seis categorias, com base na classificação proposta por Torres, Moutinho, Almeida, Pereira e Vasconcelos (2013):

1. Modelo de camadas concêntricas reais (fig.3A) - representa duas ou mais camadas concêntricas e pelo menos duas delas estão corretamente identificadas;
2. Modelo de camadas concêntricas irreal (fig.3B) - incorpora duas ou mais camadas concêntricas, mas estas são incorretamente identificadas ou constituídas por materiais que diferem dos cientificamente aceites;
3. Modelo de estrutura aleatória simples (fig.3C) - constituído por apenas um material distribuído aleatoriamente;
4. Modelo de estrutura aleatória complexa (fig.3D) - constituído por pelo menos dois materiais diferentes distribuídos aleatoriamente;
5. Modelo externo (fig.3E) - representa no interior da Terra elementos característicos da sua estrutura externa;

6. Modelo ficcional (fig.3F) - corresponde a um mundo magnífico e criativo dentro da Terra.

Na figura 3 encontram-se alguns dos desenhos categorizados segundo Torres et al. (2013) e no quadro 3 apresentam-se as frequências absolutas de cada tipo de modelo e sua percentagem.

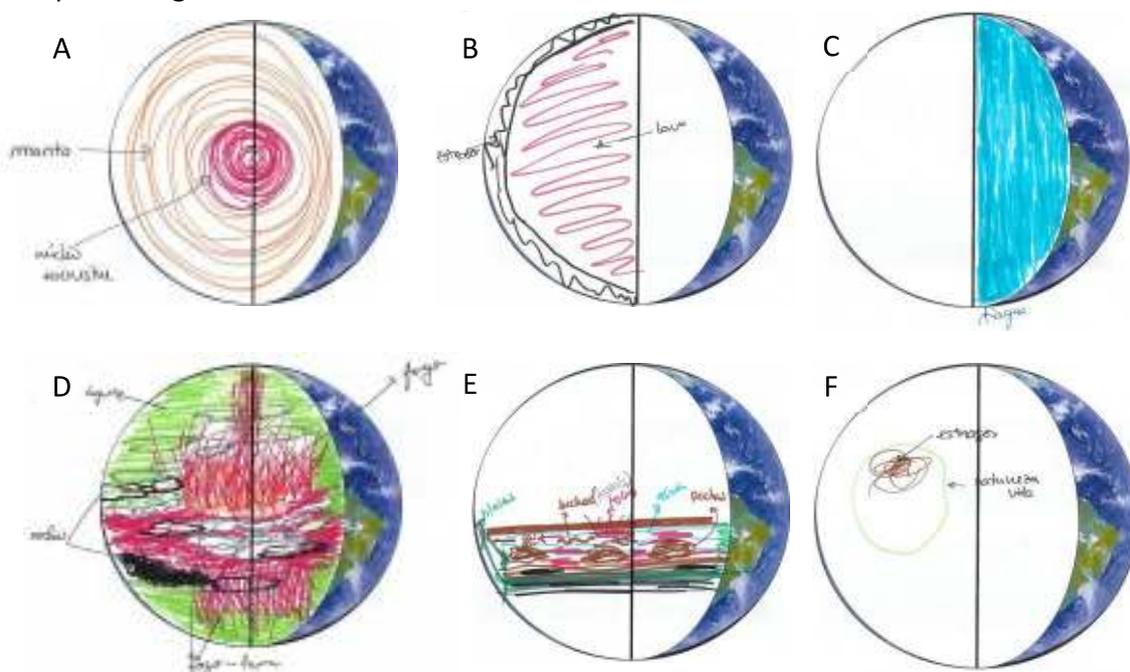


Figura 3. Desenhos dos modelos da estrutura interna da Terra: A- Modelo de camadas concêntricas reais; B- Modelo de camadas concêntricas irreal; C- Modelo de estrutura aleatória simples; D- Modelo de estrutura aleatória complexa; E- Modelo externo; F- Modelo ficcional.

Quadro 3. Resultados referentes aos diferentes modelos da estrutura interna da Terra.

Modelos mentais da estrutura interna da Terra	n	%
Modelo de camadas concêntricas reais	1	4,3
Modelo de camadas concêntricas irreal	2	8,7
Modelo de estrutura aleatória simples	11	47,8
Modelo de estrutura aleatória complexa	6	26,1
Modelo externo	1	4,3
Modelo ficcional	2	8,7

A maioria dos inquiridos (73,9%) pensa que o interior da Terra tem uma organização aleatória, sendo constituído por dois ou mais materiais diferentes (26,1%) ou apenas por um material (47,8%). Apenas três participantes (13,0%) desenharam camadas concêntricas e, além disso, apenas uma pessoa (4,3%) rotulou essas camadas corretamente.

Um indivíduo (4,3%) representou elementos que são encontrados apenas na superfície da Terra, como animais e plantas, considerando que no interior do nosso planeta existe uma vida semelhante à que observamos na sua superfície. O modelo ficcional foi

representado por 8,7% da amostra, revelando uma concepção ingênua da estrutura interna da Terra.

Adicionalmente, consideramos relevante contabilizar os desenhos cujo interior da Terra continha água, fogo, rochas e vida, bem como o número de inquiridos que representam a Terra como uma estrutura oca.

Uma percentagem considerável dos seniores (43,5%) representou quantidades consideráveis de água no interior da Terra. Sete inquiridos (33,3%) consideram que existe fogo dentro da Terra. Estes dois tipos de representações podem, ou não, revelar alguns conceitos bíblicos relativos ao interior do nosso planeta, o primeiro relacionado com o dilúvio e o segundo associado ao inferno.

A maior parte dos indivíduos (87%) considera que não existe vida no interior da Terra, o que é uma concepção correta. Porém, somente seis seniores (26,1%) representaram rochas no interior do nosso planeta. A Terra foi representada como uma estrutura oca por dois indivíduos (3,7%).

Os resultados do teste do qui-quadrado possibilitaram verificar que não existem diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) nas respostas dadas por indivíduos de diferentes idades.

## **Conclusões**

Este estudo demonstrou que os cidadãos seniores participantes possuem baixo domínio de conhecimentos relativos à estrutura interna do planeta Terra, sendo que apenas um indivíduo representou o interior da Terra dividido em camadas concêntricas corretamente identificadas. Grande parte dos inquiridos desconhece a existência de camadas concêntricas, representando uma estrutura interna aleatória. No que se refere à composição da Terra, a maioria dos inquiridos representam o seu interior formado por uma única substância, geralmente, água.

Estes indicadores reforçam a necessidade de criar alguma oferta formativa na área científica, em particular nas geociências, permitindo que esta faixa etária da sociedade possa construir conhecimentos úteis para o seu quotidiano. Os participantes deste estudo revelaram grande interesse pelas temáticas apresentadas, demonstrando vontade de aprender mais acerca das mesmas.

## **Referências bibliográficas**

- Barrell, J. (1914). The Strength of the Earth's Crust. *The Journal of Geology*, 22(7), 655-683.
- Condie, K. (2001). *Mantle plumes and their record in Earth history*. Cambridge: Cambridge University Press.
- DeBoer, G. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Dias, A., Freitas, C., Guedes, F., & Bastos, C. (2013). Estrutura interna da Terra. *Revista de Ciência Elementar*, 1(1), 16.
- Hurd, P. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science education*, 82(3), 407-416.

- INE (2015). *Projeções da População Residente 2015-2080*. Lisboa: INE. Disponível em <https://goo.gl/nWpExR>
- Jordan, T. (1979). Structural geology of the Earth's interior. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 76(9), 4192-4200.
- Marôco, J., Gonçalves, C., Lourenço, V., & Mendes, R. (2015). *PISA 2015 – PORTUGAL, Volume I: Literacia Científica, Literacia de Leitura e Literacia Matemática*. Lisboa: IAVE. Disponível em [http://iave.pt/np4/file/310/Relatorio\\_PISA2015.pdf](http://iave.pt/np4/file/310/Relatorio_PISA2015.pdf)
- Pinto, M. (2008). *Da aprendizagem ao longo da vida ou do exemplo de uma relação ternária: agora, antes, depois*. Porto: FLUP.
- PORDATA (2017). *Esperança de vida à nascença: total e por sexo*. Retirado de <https://goo.gl/u4WTSk>
- Skinner, B., & Porter, S. (1987). *Physical geology*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Teodoro, A., & Zérillo, F. (2012). A ciência: pilar sociocultural para uma cidadania informada do público sénior. *Animação Sociocultural: Envelhecimento Ativo e Solidariedade entre Gerações*, 96-116.
- Torres, J., & Vasconcelos, C. (2013). Evolução histórica dos modelos da estrutura interna da Terra: Visões de professores de Ciências. Em *Colóquio de História da Ciência para o Ensino - Livro de Resumos*, 1(1), 22-25. Coimbra: CGUC.
- Torres, J., Moutinho, S., Almeida, A., Pereira, C., & Vasconcelos, C. (2013). Pupils' Mental Models of Earth's Internal Structure. *Proceedings of ICERI2013 Conference*, 6368-6376. Sevilha: IATED Academy.
- Trujillo, A., & Thurman, H. (2010) *Essentials of oceanography* (10ª Ed.). Illinois: Pearson Education.
- USGS (2011). *The Interior of the Earth by Eugene C. Robertson*. Retirado de <https://pubs.usgs.gov/gip/interior/>
- Vasconcelos, C., Costa, J., Vasconcelos, L., & Torres, J. (2016). The 2030 Agenda for Sustainable Development: Portuguese citizens literacy and emerging questions for research. Em *Proceedings of ICERI2016 Conference*, 8040-8048. Sevilha: IATED Academy.
- Vasconcelos, C., Torres, J., & Costa, C. (2017). What happens to the boats? The 1755 Lisbon earthquake and Portuguese tsunami literacy. *Geosphere*, 13(3), pp. 1–10. doi:10.1130/GES01205.1.