

# Falhas e dobras: um estudo quasi-experimental com o ensino baseado em modelos

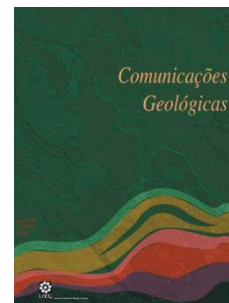
## Faults and folds: a quasi-experimental study with model-based teaching

M. Ribeiro<sup>1</sup>, A. Cardoso<sup>1</sup>, C. Vasconcelos<sup>1\*</sup>

Recebido em 28/02/2018 / Aceite em 16/12/2019

Publicado em agosto de 2020

© 2020 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP



Artigo original  
Original article

**Resumo:** A geologia é considerada uma ciência histórica e hermenêutica, cujo princípio do Uniformitarismo permite o estudo do presente observando o passado e implica o recurso a analogias. O presente estudo explora o impacto do uso de modelos no desenvolvimento dos raciocínios científico, por analogia e histórico-interpretativo no ensino da geologia. A amostra abrangeu 59 alunos de uma escola do Norte de Portugal a frequentarem o 7º ano de escolaridade de ciências naturais. A amostra foi dividida em dois grupos experimentais [grupo 1 (n=17); grupo 2 (n=21)] e um de controlo [grupo 3 (n=21)]. Nos grupos experimentais foi usado um ensino baseado em modelos (model-based teaching) enquanto no grupo de controlo recorreu-se ao ensino tradicional, expositivo, centrado no professor e nos manuais. O trabalho de modelação nos grupos experimentais foi desenvolvido utilizando um modelo de ensino (físico não análogo) sobre a formação de falhas e dobras e obteve impacto positivo.

**Palavras chave:** Modelos geológicos, ensino, raciocínio científico, raciocínio por analogia, raciocínio histórico-interpretativo.

**Abstract:** Geology is considered an historic and hermeneutic science whose fundamental principle of Uniformitarianism allows geologist to understand the past observing the present. The current study explores the impact of using models in the development of the scientific reasoning, analogic reasoning and the historical and interpretive reasoning. The sample included 59 seventh grade natural sciences students, from a school located in the north of Portugal. The sample had two experimental groups [group 1 (n=17); group 2 (n=21)] and a control one [group 3 (n=21)]. In the experimental groups it was applied a model-based teaching methodology, while the control group was submitted to the traditional method (lectures and textbook reading). The modelling work, with a positive impact in the experimental groups, was developed using a teaching model (physical and non-analogue) on the formation of faults and folds.

**Keywords:** Geological models, teaching, scientific reasoning, analogic reasoning, historic-interpretative reasoning.

### 1. Introdução

A geologia é considerada uma ciência histórica e hermenêutica, que trabalha com sistemas bastante complexos que operam em escalas temporal e espacial com características bastante peculiares. Os processos geológicos são de difícil compreensão pelos alunos do 7º ano de escolaridade. A investigação científica tem mostrado o importante papel desempenhado pelo ensino baseado em modelos no ensino de processos geológicos (Justi e Gilbert, 2003; Bolacha *et al.*, 2012). Segundo Johnson-Laird (1983), os alunos constroem modelos mentais sobre o mundo que os rodeia, muitas vezes erróneos e que necessitam de se aproximar dos modelos cientificamente aceites e veiculados pela escola. O recurso ao ensino baseado em modelos potencia o confronto cognitivo e auxilia os alunos a reconstruírem os seus modelos mentais (Ribeiro e Vasconcelos, 2017). Não obstante, o uso de modelos nas aulas de ciências é ainda pouco explorado pelos professores. Neste estudo realizou-se uma intervenção apoiada num ensino baseado em modelos. Utilizou-se um modelo físico, dinâmico e não análogo para simular a formação de falhas e dobras (Fig. 1).

A intervenção foi organizada em 6 aulas, cada uma com 50 minutos. O problema de investigação do estudo consistiu em verificar se o recurso à modelação no ensino das ciências naturais no 7º ano de escolaridade permite auxiliar os alunos a desenvolverem os raciocínios científico, por analogia e histórico-interpretativo.

### 2. Metodologia

Procedeu-se a um estudo quasi-experimental. A amostra compreendeu 59 alunos do 7º ano de escolaridade de uma escola pública do Norte de Portugal, a qual foi dividida em dois grupos experimentais (grupo 1 com 17 alunos, e o grupo 2 com 21 alunos) e um grupo de controlo (grupo 3 com 21 alunos). Foi aplicado um teste cognitivo (pré e pós teste), o qual foi sujeito a validade e fidelidade por um painel composto por 12 juizes: três investigadores especialistas na área da educação em ciência, três mestres em ensino de biologia e geologia, três docentes de biologia e geologia e três alunos do sétimo ano de escolaridade. O teste era constituído por

<sup>1</sup> Unidade de Ensino das Ciências & Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Instituto de Rua Campo Alegre 687, 4169-007 Porto, Portugal.

\* Autor correspondente/corresponding author: [cvascon@fc.up.pt](mailto:cvascon@fc.up.pt)

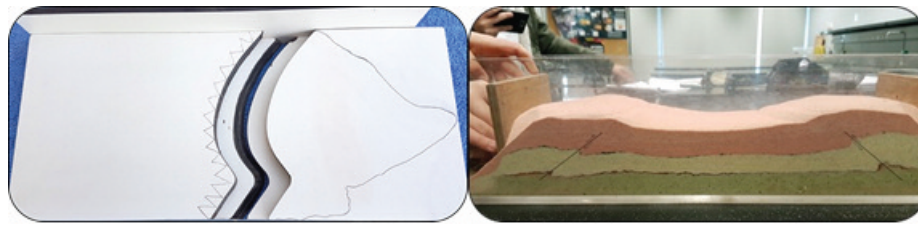


Figura 1. Modelo utilizado para a simulação de formação de dobras, à esquerda e falhas, à direita (Créditos Marta Ribeiro, 2018).  
 Figure 1. Model used to simulate the formation of folds, on the left, and faults, on the right (Credits Marta Ribeiro, 2018).

13 questões, 6 dirigidas à análise do raciocínio científico (por exemplo: esquematize e legende uma dobra), 8 relacionadas com o desenvolvimento do raciocínio por analogia (por exemplo: indique o que representam as camadas de areia de cor diferente) e 10 referentes ao raciocínio histórico-interpretativo (por exemplo: refira qual o significado das setas).

**3. Resultados**

Realizou-se uma estatística descritiva dos dados obtidos com o pré-teste e com o pós-teste. Posteriormente realizou-se um teste não paramétrico para verificar se a melhoria dos resultados no pós-teste era significativa. Os dados obtidos encontram-se na tabela 1.

Verifica-se que todos os grupos melhoraram do pré para o pós-teste. Após a intervenção, o grupo 1 (experimental) tornou-se estatisticamente distinto do grupo 3 (grupo de controlo) (U=69,000; p<0,01). Contudo, o grupo 2 (também experimental) não obteve resultados com diferença significativa dos obtidos no grupo de controlo (grupo 3) (U=200,500; p>0,05).

Tabela 1. Resumo da análise dos resultados obtidos utilizando o modelo da formação de dobras e falhas.

Table 1. Summary of the analysis of the results obtained using the folds and faults formation model.

Grupos	Antes da intervenção	Após a intervenção	Diferenças entre o pré e pós-teste
Grupo 1 (n <sub>1</sub> ) e Grupo 3 (n <sub>3</sub> )	Estatisticamente não distintos (U=161,000; p>0,05)	Estatisticamente distintos (U=69,000; p<0,01)	Grupo 1 – estatisticamente significativo para 99% IC (Z=-3,623; p<0,01)
Grupo 2 (n <sub>2</sub> ) e Grupo 3 (n <sub>3</sub> )	Estatisticamente não distintos (U=200,500; p>0,05)	Estatisticamente não distintos (U=200,500; p>0,05)	Grupo 2 – estatisticamente significativo para 99% IC (Z=-3,252; p<0,01) Grupo 3 – estatisticamente significativo para 95% IC (Z=-2,608; p<0,05)

IC – Intervalo de Confiança

**4. Conclusão**

Ambas as metodologias utilizadas permitiram aos alunos melhorar os raciocínios científico, por analogia e histórico-interpretativo. Não obstante, obtiveram-se melhores resultados com o ensino baseado em modelos. Este último também auxilia no desenvolvimento de capacidades investigativas (promovidas durante a modelação), facto que não se aplica ao ensino expositivo tradicional. Destes resultados se conclui da vantagem de utilizar o ensino baseado em modelos.

**Agradecimentos**

O estudo foi financiado no âmbito do Programa de Financiamento Plurianual de Unidades de I&D com referência UID/GEO/04683/2013.

**Referências**

Bolacha, E., Dias, R., Fonseca, P., 2012. Modelos experimentais para viajar no tempo: um estudo de caso no CCV de Estremoz. *Conference: VII Encontro AFI - Aprendizagem Formal e Informal*, Redondo, 7-9 de maio.

Frodeman, R., 2014. Hermeneutics in the field: the philosophy of Geology. In: Babich, B., Ginev, D. (Eds.), *The Multidimensionality of Hermeneutic Phenomenology*, Springer International Publishing, Switzerland, 69-79.

Johnson-Laird, P. N., 1983. Inference and mental models. In: P. N. Johnson-Laird (Ed.) *Mental models: towards a cognitive science of language, inference and consciousness*, Harvard University Press, Cambridge, 126-145.

Justi, R. S., Gilbert, J. K., 2003. Teachers' views on the nature of models. *International Journal of Science Education*, 25(11): 1369-1386.

Ribeiro, M., Vasconcelos, C., 2017. Promoting geological reasoning in middle school students. *ICERI2017 Proceedings* (10<sup>th</sup> International Conference of Education, Research and Innovation), November 16-18<sup>th</sup>, Spain, Seville, 2874-2879.