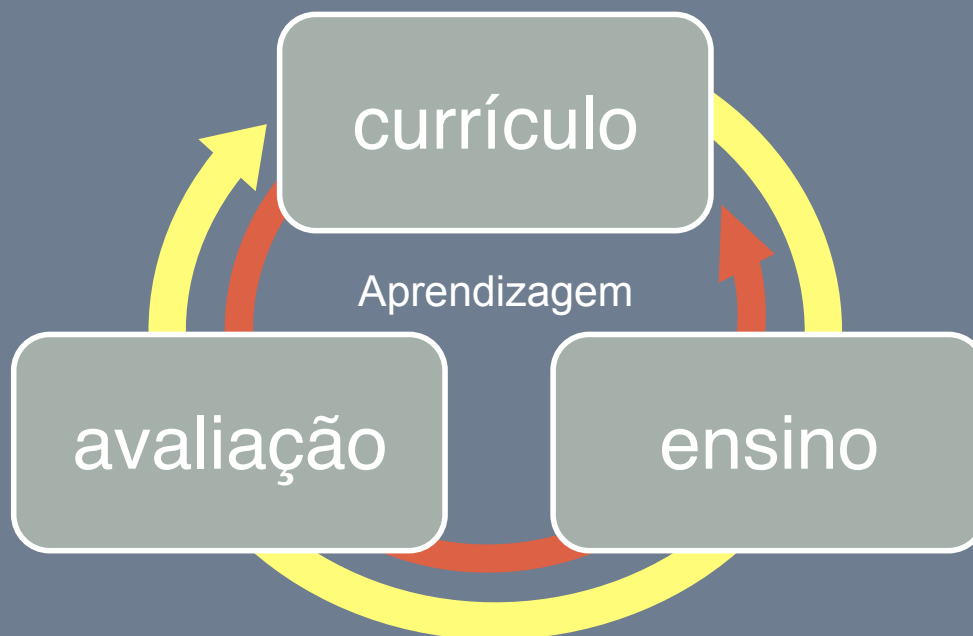


Exames Nacionais e Educação em ciência

Contributos para uma melhor articulação



Sumário

Mito Os professores não devem ensinar para os exames.

Problema O desempenho dos alunos no exame de Biologia e Geologia (BG): Porque erram, os alunos?

Proposta de ação O uso formativo dos exames nacionais, em sala de aula, promove o *Inquiry Based Learning*, eleva os padrões de ensino e promove o sucesso dos alunos.



**Os professores
não devem ensinar
para os exames.**

fonte de tensão entre investigadores e professores de ciências...

Estes dois objetivos, ambos legítimos e desejáveis, não são incompatíveis.

Investigadores **(Literacia científica)**

Ensinar para os exames:

- Promove aprendizagens não significativas, esquecidas após a prova.
- Empobrece o ensino.

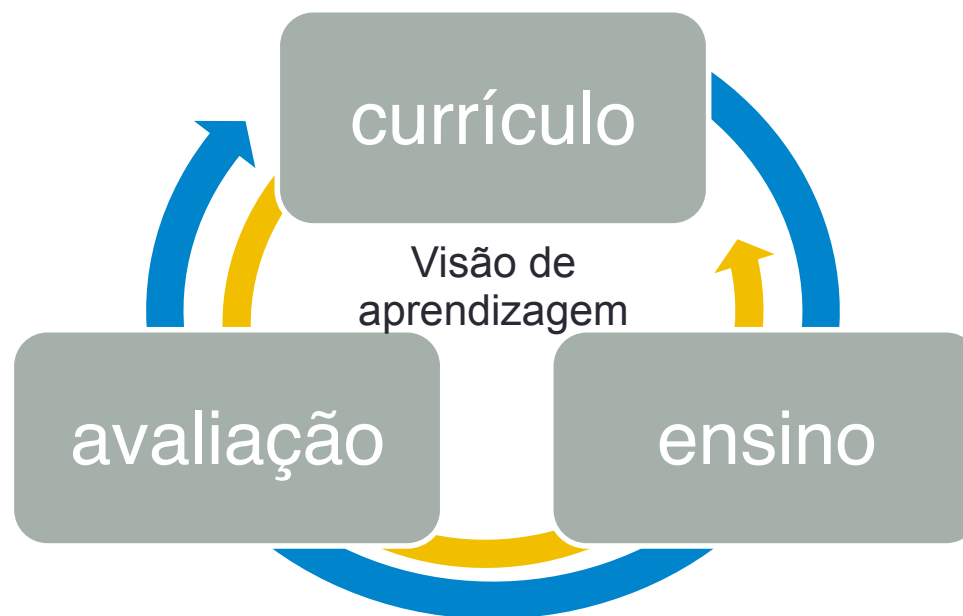
Professores **(Sucesso nos exames)**

Ensinar para os exames:

- Promove as aprendizagens realmente valorizadas pelo MEC.
- Importa garantir que os alunos acedam ao ensino superior.

É possível ensinar para os exames sem comprometer os princípios orientadores da educação em ciência, desde que estes estejam articulados.

Vejamos como diferentes visões de aprendizagem afetam o currículo, o ensino e os exames...



Visão de aprendizagem das ciências

Cognitivista

O que importa é a mente: processamento de informação.

Currículo e avaliação organizam-se em torno de conteúdos e processos cognitivos (**objetivos**).

Enfatiza metodologias baseadas na transmissão, fluxo e processamento de informação, ideias prévias.

Questões de exame descontextualizadas: Estão em causa a complexidade dos conhecimentos e dos processos cognitivos.



Exemplo 1: item de exame de 2001

Construtivista

Cognição situada: para além da mente importa o sujeito e o contexto.

Currículo e avaliação organizam-se em torno de contextos/situações científicas (**competências**).

Enfatiza metodologias centradas em investigações, projetos, discussão, estudos de caso.

Questões contextualizadas por cenários científicos: a complexidade da situação ganha relevo.



Exemplo 2: item de exame de 2013

Questão de exame típica de um currículo baseado em objetivos

IV

Na figura 5 estão representados esquematicamente dois estádios (I e II) do desenvolvimento embrionário de uma ave.

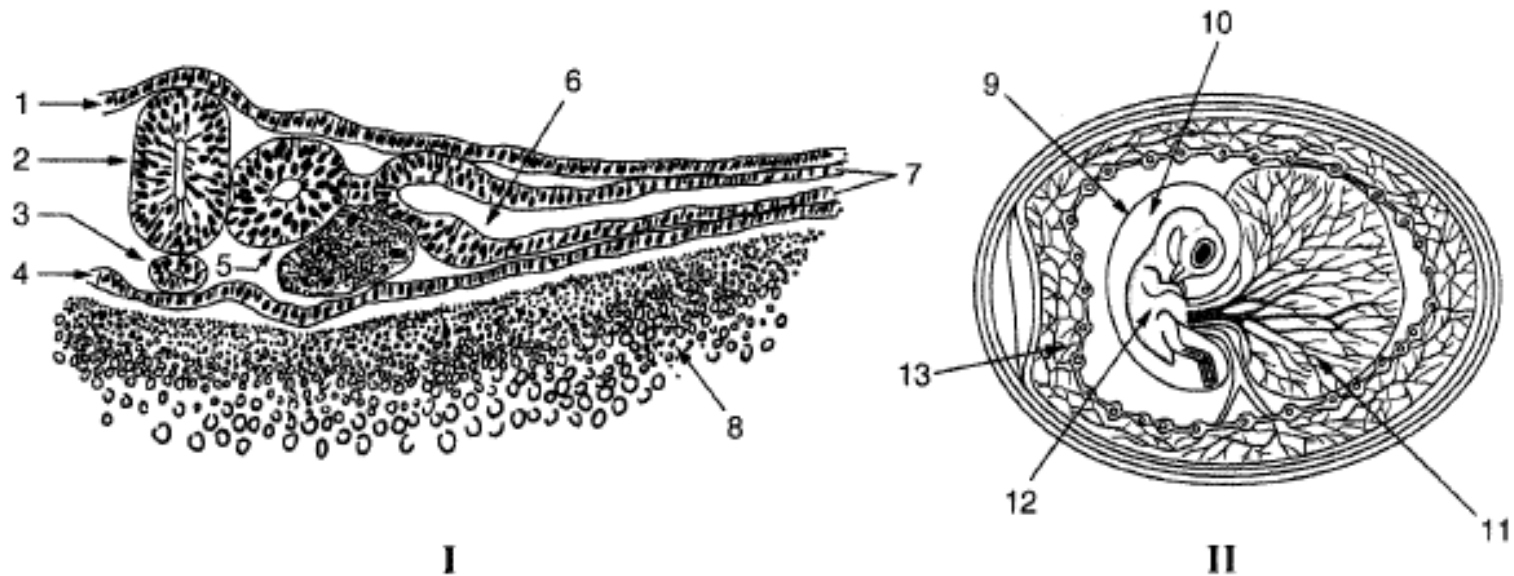


Figura 5

1. Refira a que fase do desenvolvimento embrionário corresponde o esquema I da figura 5.
2. Relativamente ao esquema I da mesma figura, indique o **número** e o **nome** correspondente à:
 - 2.1. cavidade que possibilita o desenvolvimento e o alojamento de sistemas de órgãos.
 - 2.2. estrutura com função de suporte.

(Exame 2001)

Questão de exame de típica de um currículo baseado em competências

GRUPO II

1. Na década de 60, a realização de experiências que envolveram a fusão de células de mamíferos, em diferentes momentos da interfase, permitiu investigar a regulação do início da síntese de DNA e do início da mitose no ciclo celular.

Objetivo

Após o isolamento de populações de células, em período G1 (células G1), em período G2 (células G2) e no final do período S (células S), procedeu-se à realização de dois tipos de experiências que envolveram a fusão entre células de diferentes populações, obtendo-se células binucleadas. Em ambos os tipos de experiências, as células S foram previamente marcadas com timidina tritiada, de modo a permitir a sua identificação nos híbridos resultantes das fusões. A timidina tritiada é constituída por timina, marcada com átomos de trítio (um isótopo radioativo de hidrogénio) no seu grupo metilo, e por uma pentose.

Técnica de recolha de dados

Experiência 1 – Estudo da regulação do início da síntese de DNA em células fundidas.

Em diferentes discos contendo meio de cultura com timidina tritiada e colcemida*, foram colocadas as seguintes populações de células: células G1 não fundidas (G1), células G1 fundidas entre si (G1/G1) e células G1 fundidas com células S (G1/S).

O Gráfico 1 traduz o registo da variação da percentagem de células marcadas, em cada um dos discos, ao longo de 16 horas.

Procedimento

Experiência 2 – Estudo da regulação do início da mitose em células fundidas.

Em diferentes discos contendo meio de cultura com colcemida, foram colocadas as seguintes populações de células: células G2 não fundidas (G2), células G2 fundidas entre si (G2/G2), células S não fundidas (S), células S fundidas entre si (S/S) e células S fundidas com células G2 (S/G2).

O Gráfico 2 traduz o registo da variação do índice de mitose (obtido pela divisão do número de células em mitose pelo número de células contabilizadas) ao longo de 18 horas.

(Exame 2013)

(continuação)

Resultados

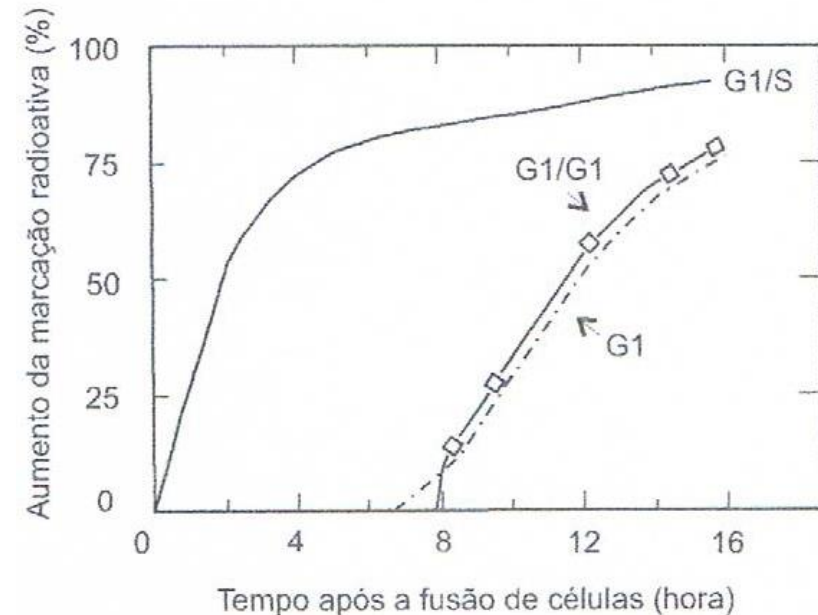


Gráfico 1

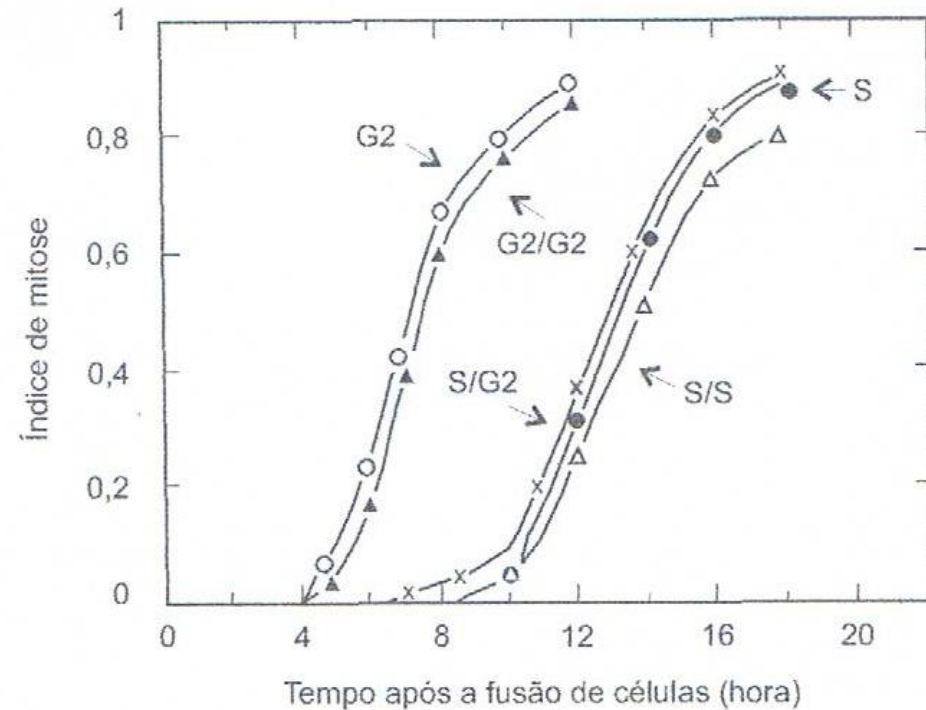


Gráfico 2

Baseado em Rao, P. N. e Johnson, R.T., «Mammalian Cell Fusion: Studies on the Regulation of DNA Synthesis and Mitosis», *Nature*, vol. 225, 1970

- Conjunto de itens de seleção
- Explicação (Explique, de acordo com os resultados obtidos na experiência 1, a variação de valores na marcação radioativa de células G1/S.)

conclusão

- Nalguns aspetos, as tarefas de avaliação dos exames de BG estão mais próximas da investigação científica autêntica, do que muito do trabalho prático implementado em sala de aula (considerando as limitações materiais, técnicas e humanas de uma escola).
- As tarefas de avaliação dos exames de BG estão articuladas com os princípios teóricos defendidos para o ensino das ciências.

1- Podem constituir-se como um contexto favorável ao desenvolvimento de aprendizagens envolvidas na investigação científica autêntica (*inquiry based learning*) e na literacia científica.

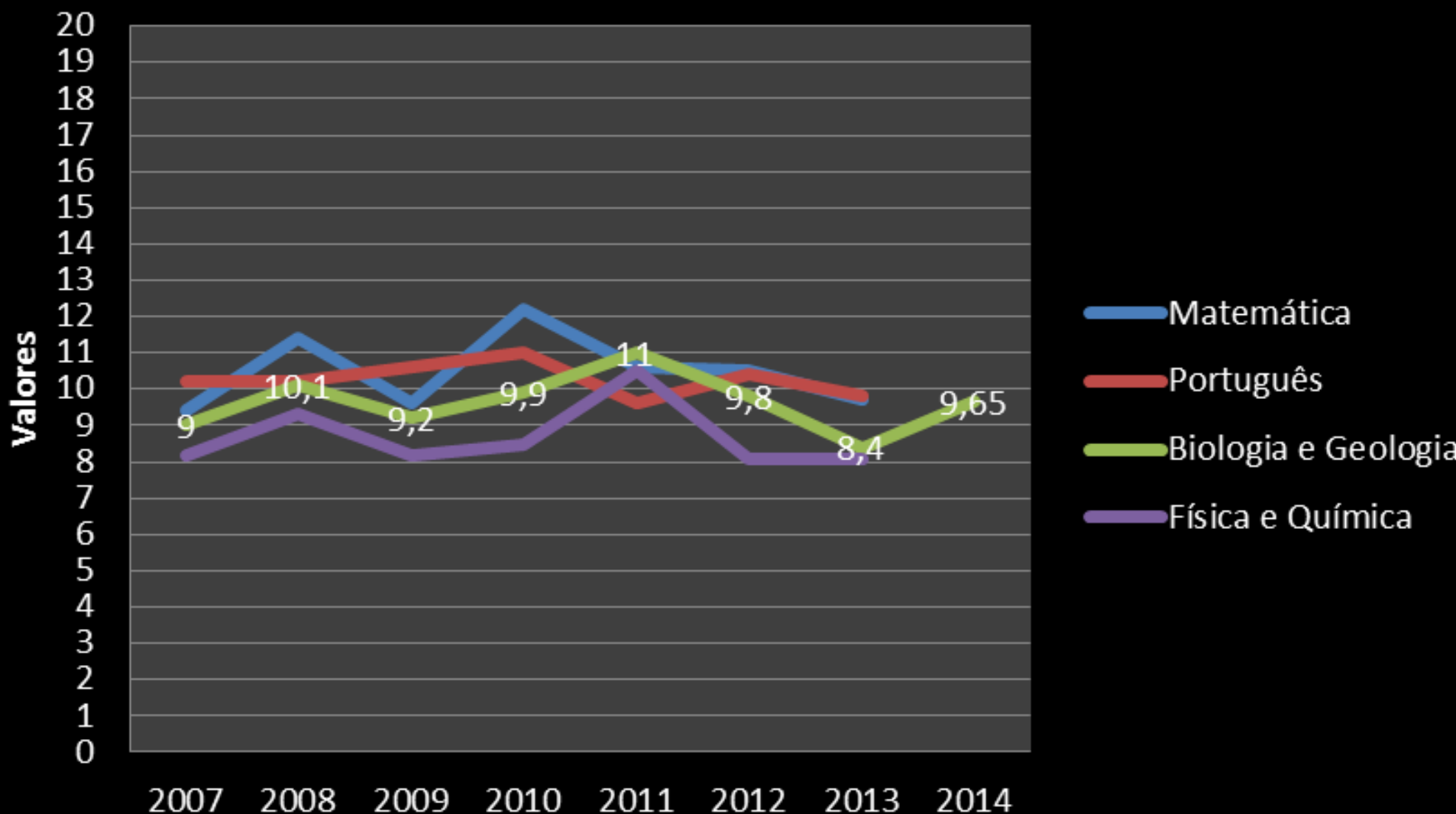
2- São reconhecidas por professores e alunos como relevantes na obtenção de sucesso, o que aumenta o seu comprometimento com as tarefas.

P

O desempenho dos
alunos no exame de
Biologia e Geologia.

problema

Classificações nos exames nacionais



Como agir?



1. **Instrumento de recolha de dados** (exame): Analisar as aprendizagens-foco e grau de exigência cognitiva dos itens de avaliação (ajustar?).
2. **Ensino**: Em sala de aula, usar as tarefas dos exames nacionais como materiais didáticos para criar situações de ensino e aprendizagem, através da avaliação formativa.

1. Avaliação do grau de exigência cognitiva dos exames

Tradicionalmente...

	Processo cognitivo					
Conhecimento	Relemb rar	Compreen der	Aplica r	Analisa r	Avalia r	Criar
Factual						
Conceptual						
Procediment al						
Metacognitiv o						

Aumento da exigência co

- Complexidade do conhecimento e das capacidades cognitivas
 - Grau de relação teoria/prática
- “A avaliação externa apresenta um baixo nível de exigência conceitual.”
Ferreira e Moraes (2013)

Contudo, é importante considerar outras variáveis...

Variáveis associadas aos contextos científicos

(por exemplo)

Grau de familiaridade com a situação (p. ex. linguagem técnica).

Número de distratores (p. ex. inf. não relevante ou contraditória)

Exemplo do “padrão” na natureza/ Situação de “exceção”

Desenho investigativo

Complexidade (p. ex. n.º de variáveis e sua natureza)

Resultados

N.º de dados confirmativos e infirmativos

Facilidade em encontrar padrões/valores

Familiaridade com notações, sinais, símbolos

Diversidade e familiaridade com os sujeitos

Uma 1ª análise de 72 cenários científicos, leva a crer que os exames de Biologia e Geologia têm uma exigência cognitiva considerável.

Baseado em Baxter & Mislevy (2005); Mislevy (2008)

Como deve ser a avaliação sumativa (exames) por comparação com a avaliação formativa?

	Formativa	Sumativa (exames)
Principal preocupação	Caracterizar: Aceder ao que o aluno <u>não sabe</u> / ao erro (para poder melhorar).	Generalizar: Validade das inferências sobre o que o aluno <u>sabe</u> .
Aprendizagens-Foco (aprendizagens avaliadas)	Profundidade: Atenção aos pormenores, diversidade de situações, situações de exceção, conceitos de “fronteira” (fazer emergir aprendizagens não consolidadas)	Abrangência: Atenção à representatividade da amostra de itens (tendo em conta as aprendizagens estabelecidas no programa).
Recolha de evidências	Predominam tarefas de construção / justificação/ argumentação.	Predominam tarefas de resposta objetiva .
Interpretação	Individualizada: Baseada no aluno e no referencial de avaliação.	Igual para todos: Baseada no referencial de avaliação.
Feedback	Qualitativo/descritivo: deve ter efeito na progressão do aluno. É um meio.	Quantitativo. É um fim.

Como devia ser

Como parece ser

	Formativa (sala de aula)	Sumativa (exames)
Aprendizagens-Foco	Profundidade: Atenção aos pormenores, diversidade de situações, situações de exceção, “margens” do programa (para fazer emergir dificuldades).	Abrangência: Atenção à representatividade da amostra de itens (tendo em conta as aprendizagens estabelecidas no programa).

“Os exames são péssimos para seriar os alunos, de acordo com o nível de conhecimentos/competências. Isto não significa que não sejam ótimos para trabalhar a avaliação formativa nas aulas. Eu agradeço aos autores dos exames por criarem instrumentos muito úteis para as aulas. Agora, exames?!”

“Concordo. São ótimos para ‘partir pedra’ nas aulas.”

Opinião de professores, num blog

Ponderar ajustar as aprendizagens-foco e grau de dificuldade dos exames.

2.ª via de atuação... uso formativo dos exames nacionais.

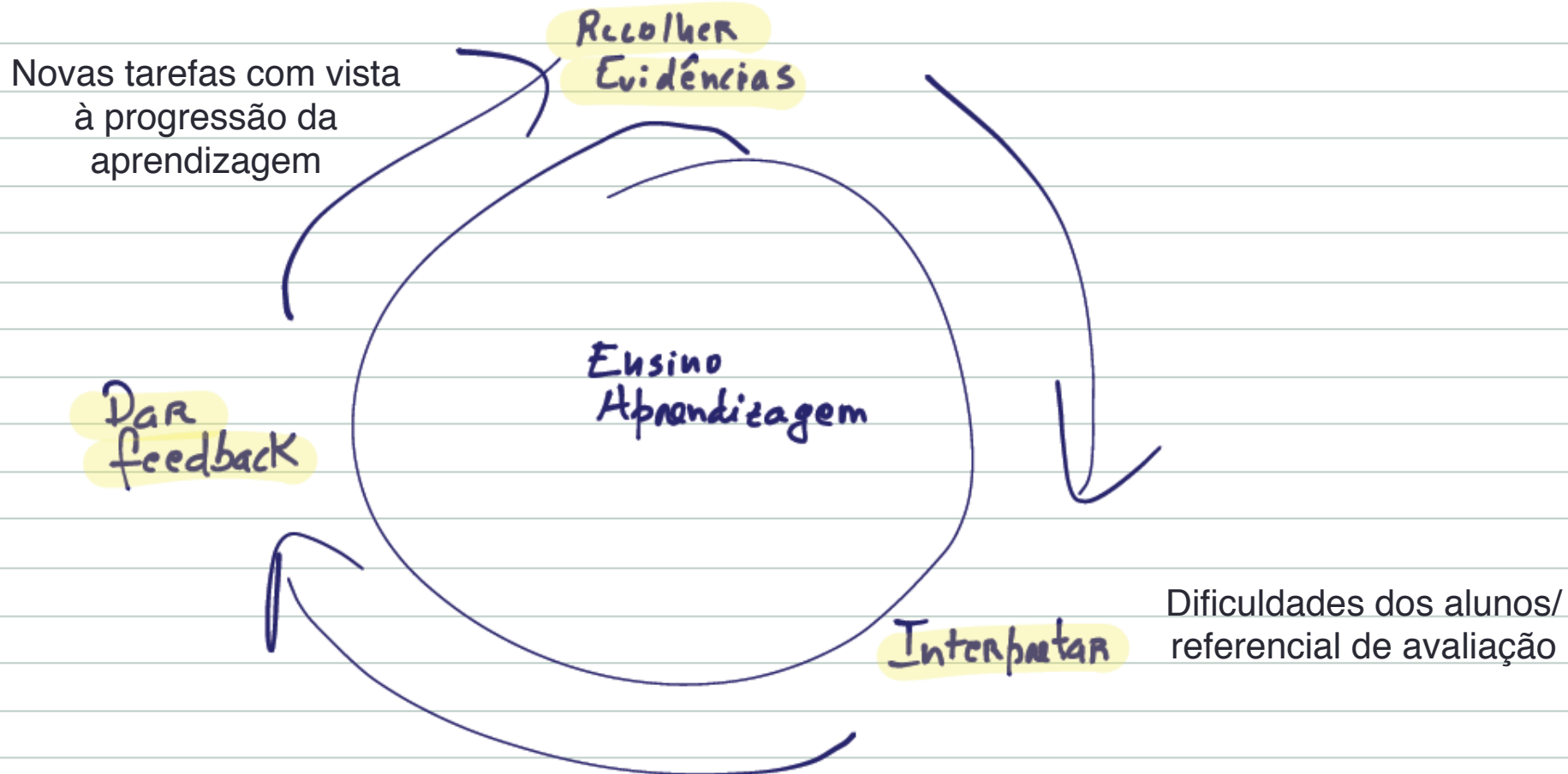
Proposta de ação

O uso formativo dos exames nacionais, em sala de aula, promove o *Inquiry Based Learning*, eleva os padrões de ensino e promove o sucesso dos alunos.

Em sala de aula

AVALIAÇÃO FORMATIVA

“Banco” de questões de
exame



Richard Duschl (2003, 2007)

O ensino das ciência tem sido dominado por dois continuuns:

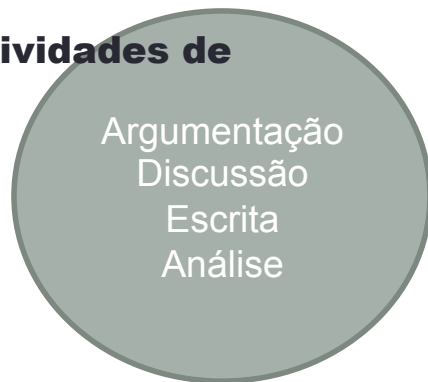
- **Continuum C-P: Conteúdos- Processos**
- **Continuum: D-I: Descoberta- Inquiry (investigações)**

E propõe que se deve conduzir o ensino e a avaliação ao longo de outro continuum:

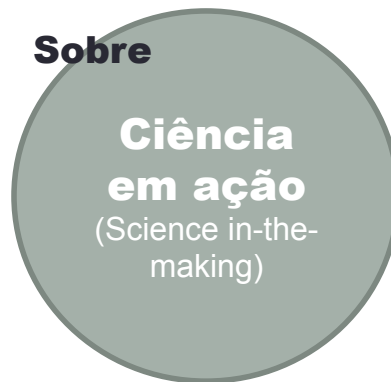
Continuum: E-E: Evidências - Explicação

Este continuum passa pelo envolvimento dos alunos em:

Atividades de



Sobre



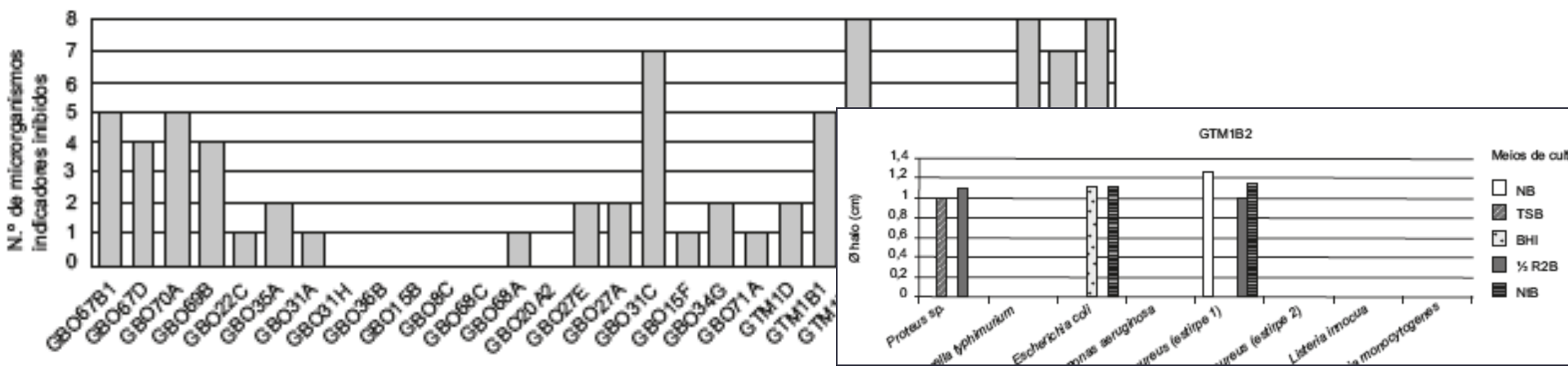
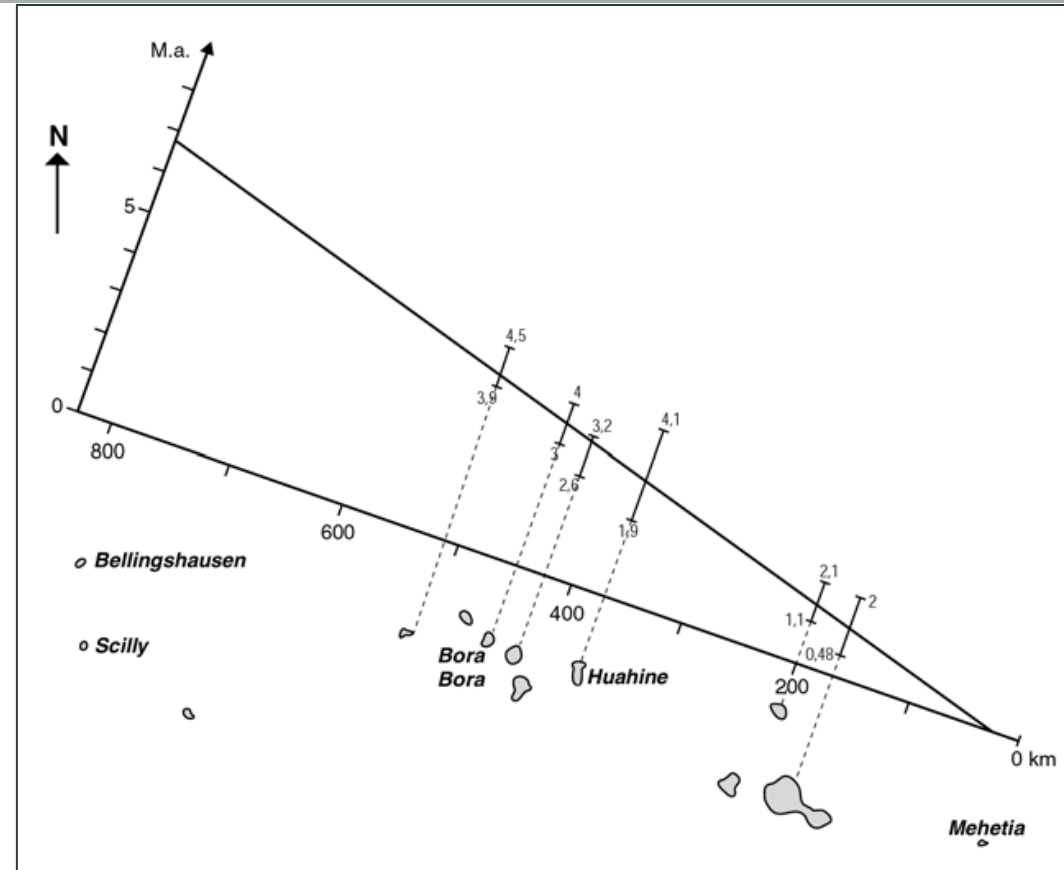
1. Visualização de dados

ganha relevância na ciência (e nos exames).

... E deve ganhar relevância no ensino

Figure 1 consists of four bar charts labeled (A), (B), (C), and (D). Each chart has a vertical y-axis labeled 'y' with tick marks at 25%, 50%, and 75%, and a horizontal x-axis labeled 'x' with three categories: L, I, and P. The bars are gray.

- (A)** Bar L is at 25%, bar I is at 75%, and bar P is at 0%.
- (B)** Bar L is at 50%, bar I is at 50%, and bar P is at 0%.
- (C)** Bar L is at 0%, bar I is at 50%, and bar P is at 50%.
- (D)** Bar L is at 0%, bar I is at 25%, and bar P is at 75%.



resultados

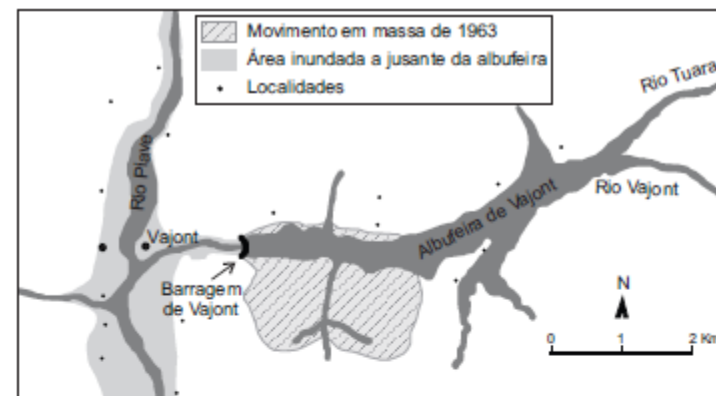
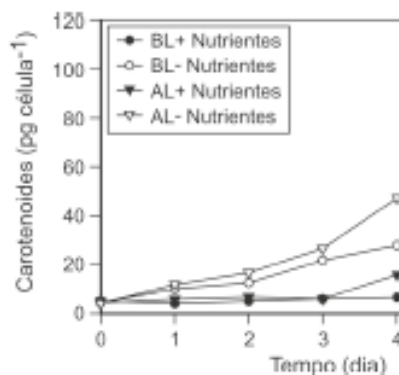
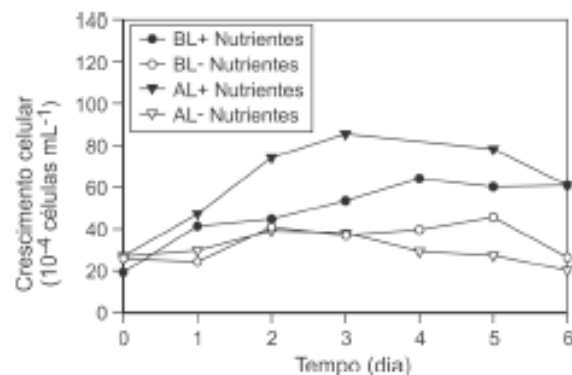
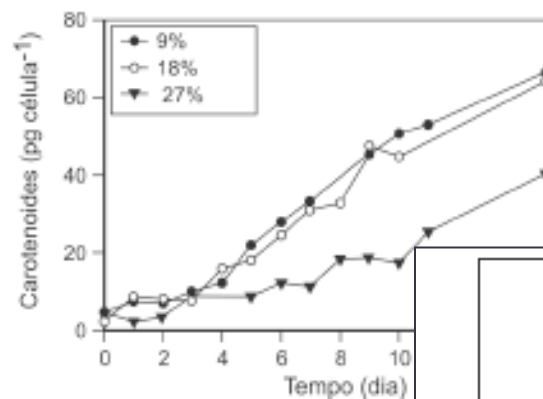
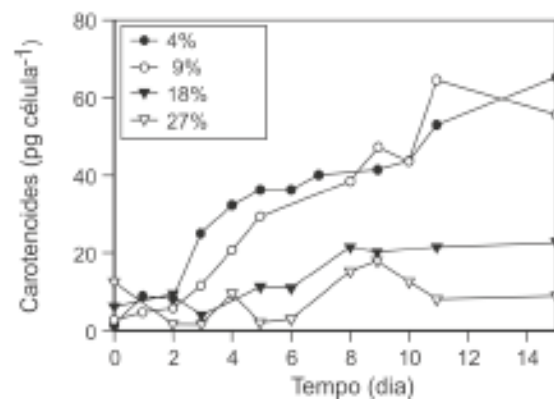
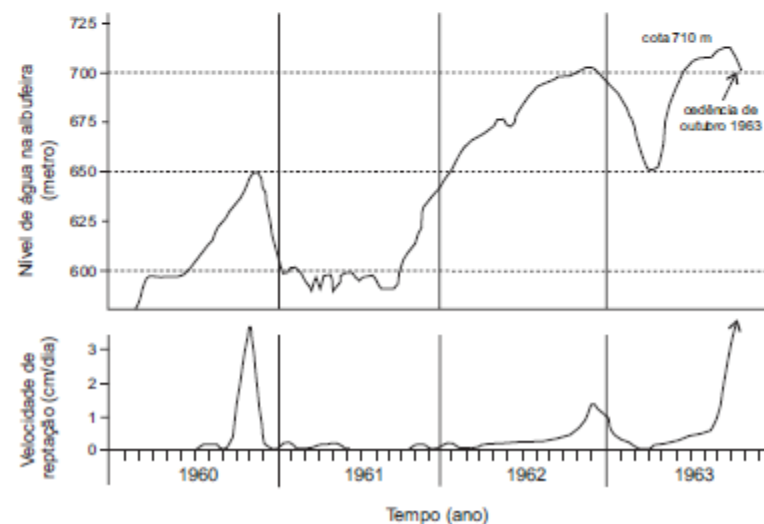
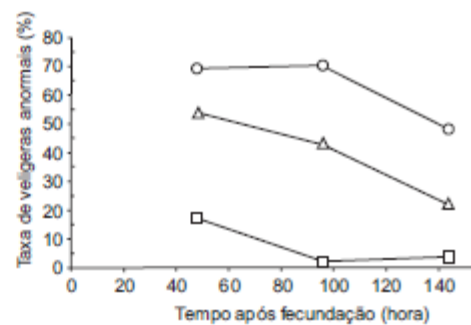
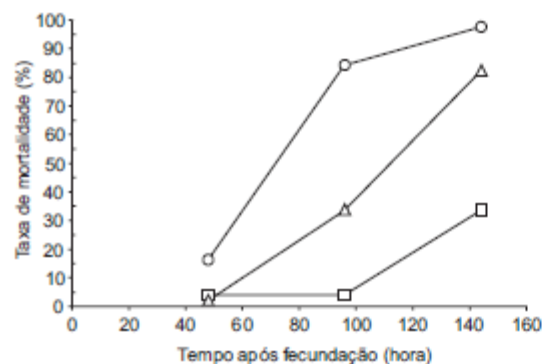
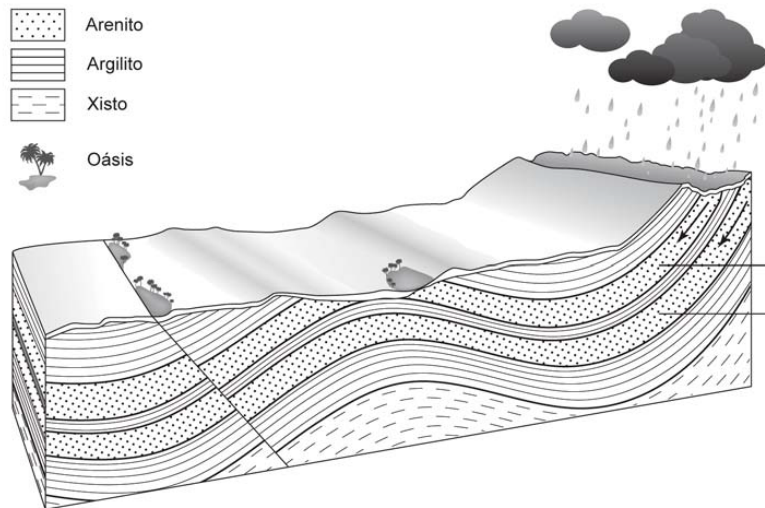
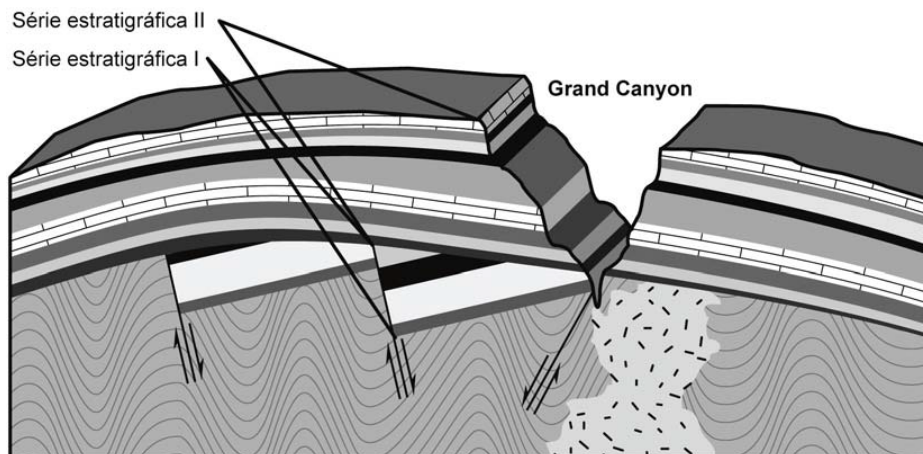
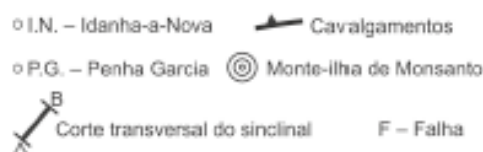
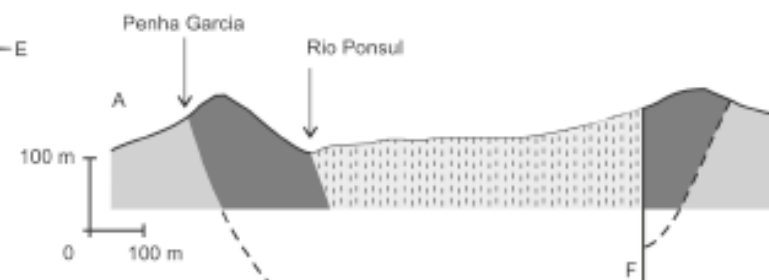
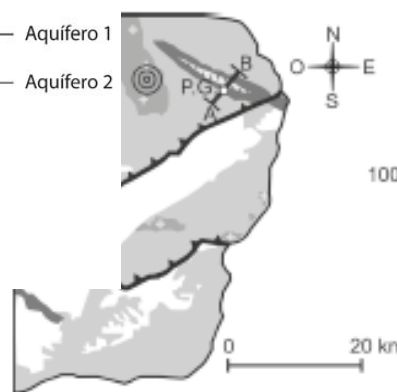
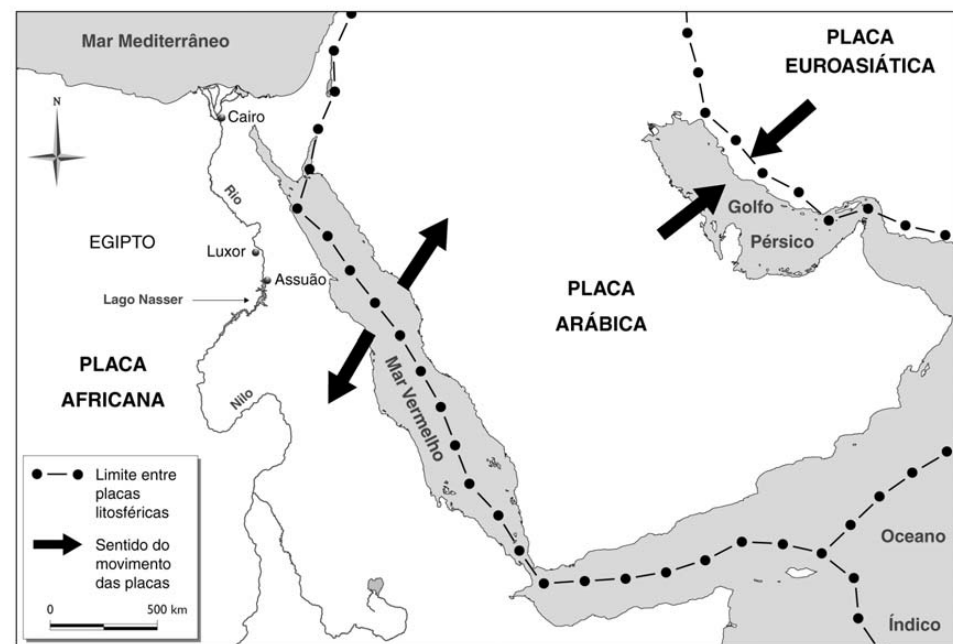


Figura 3





Modelos explicativos



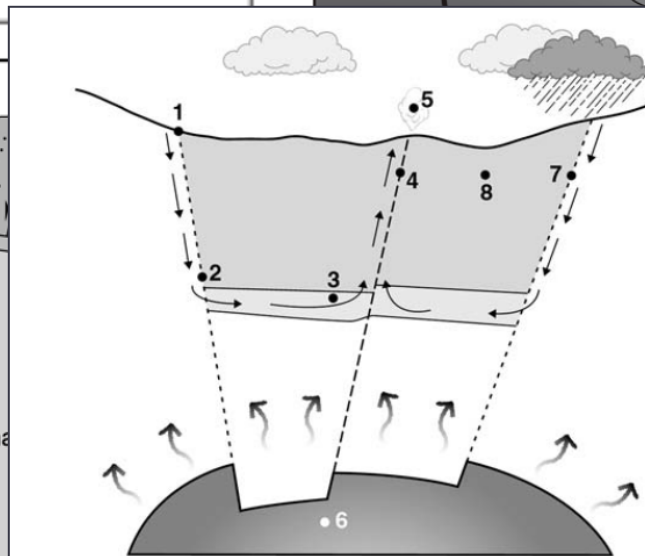
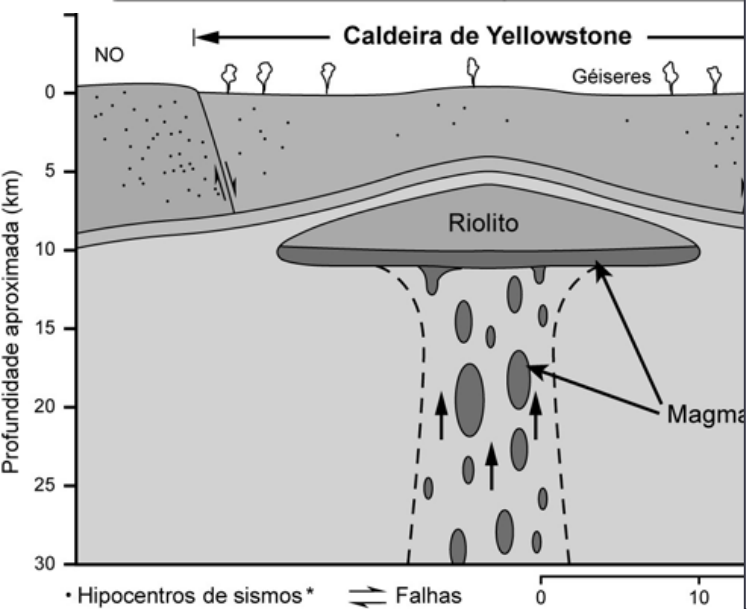
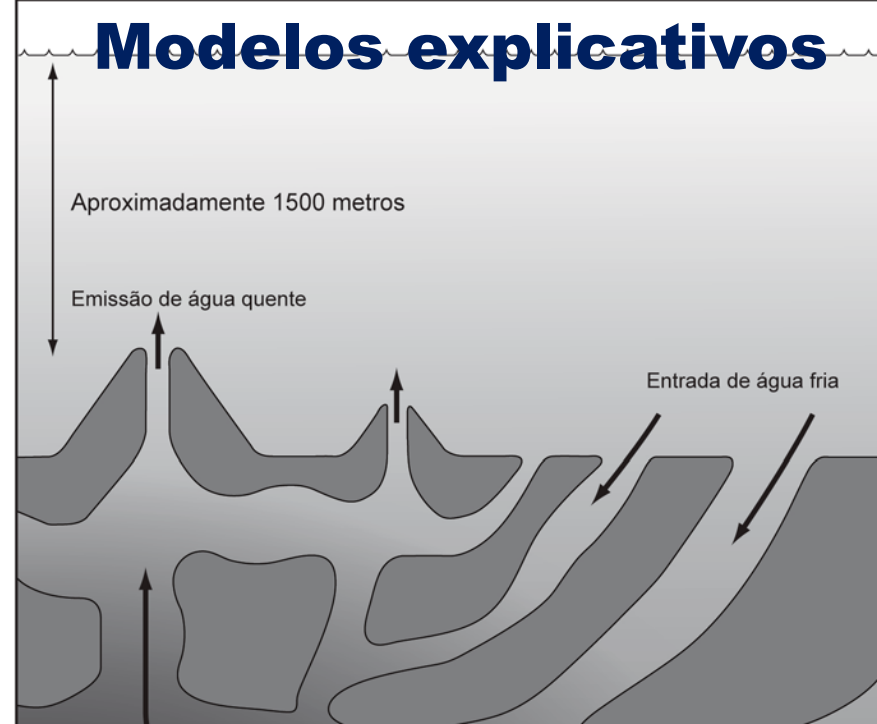
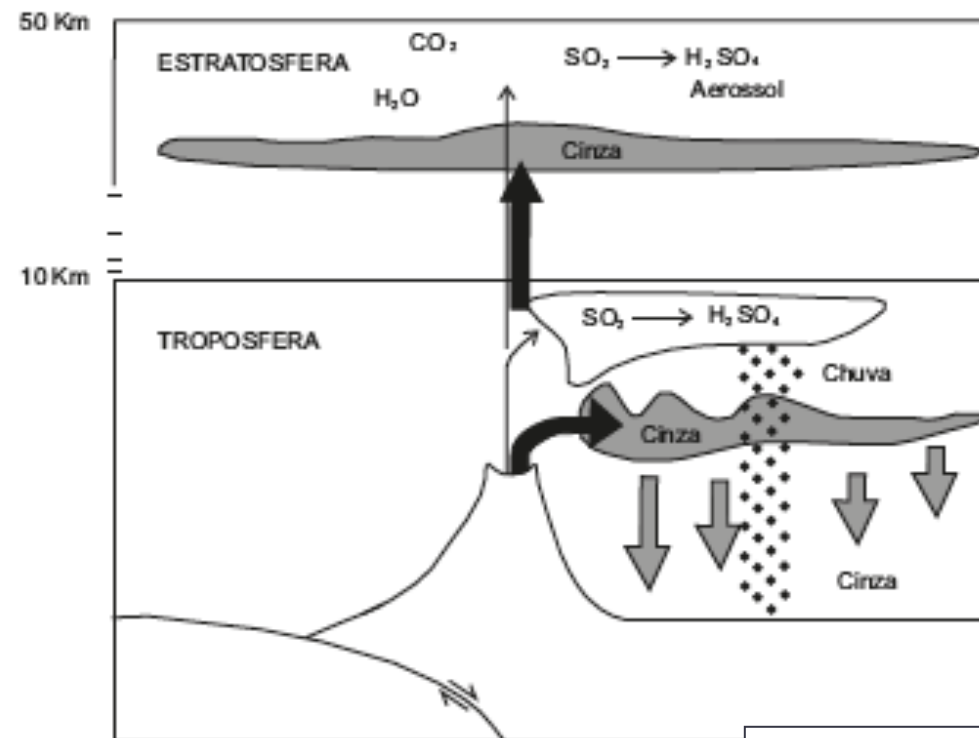


Figura 4 – Modelo de um sistema geotérmico

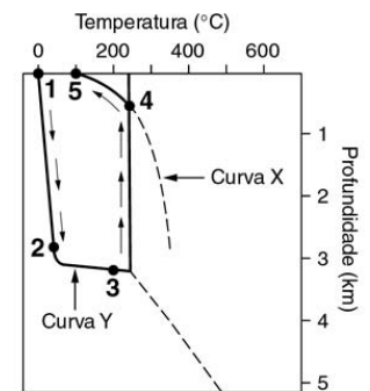
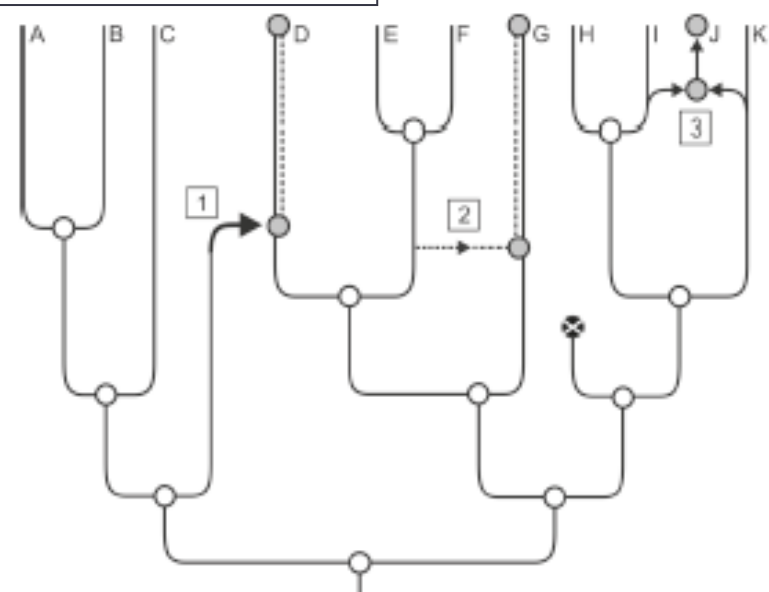
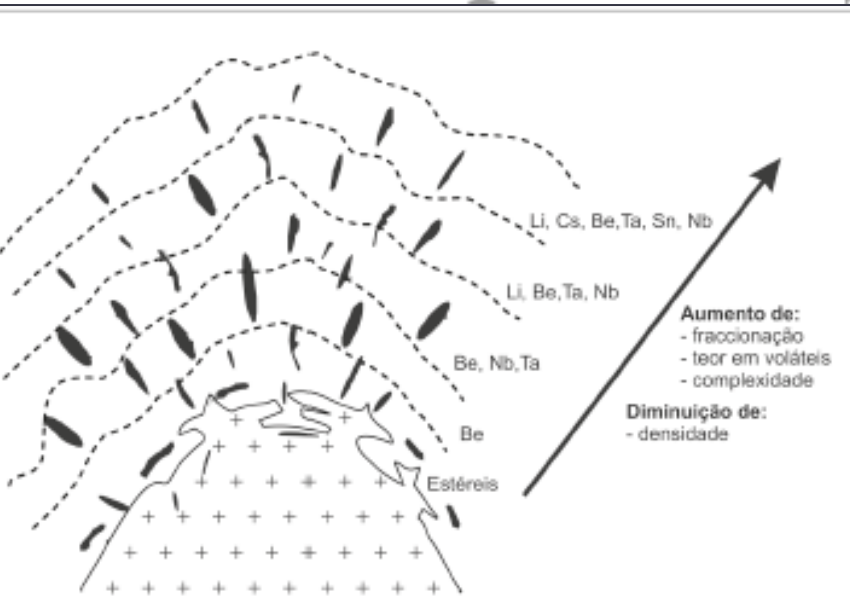
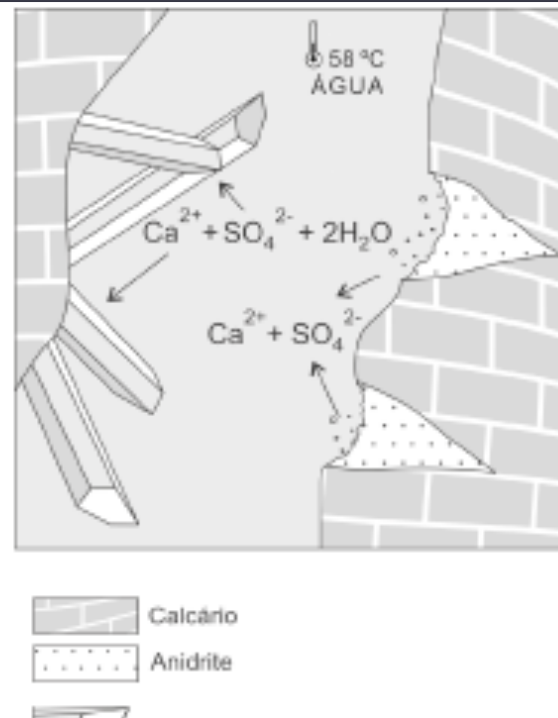
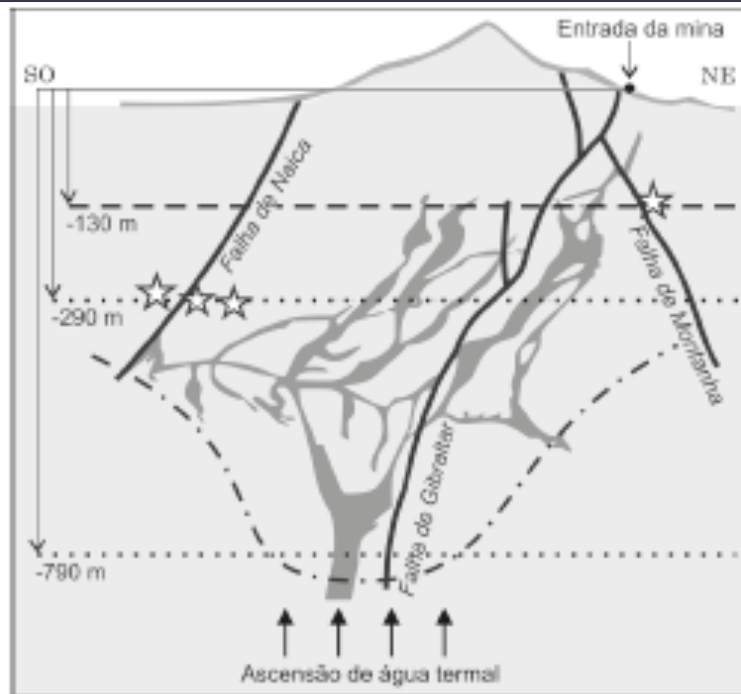
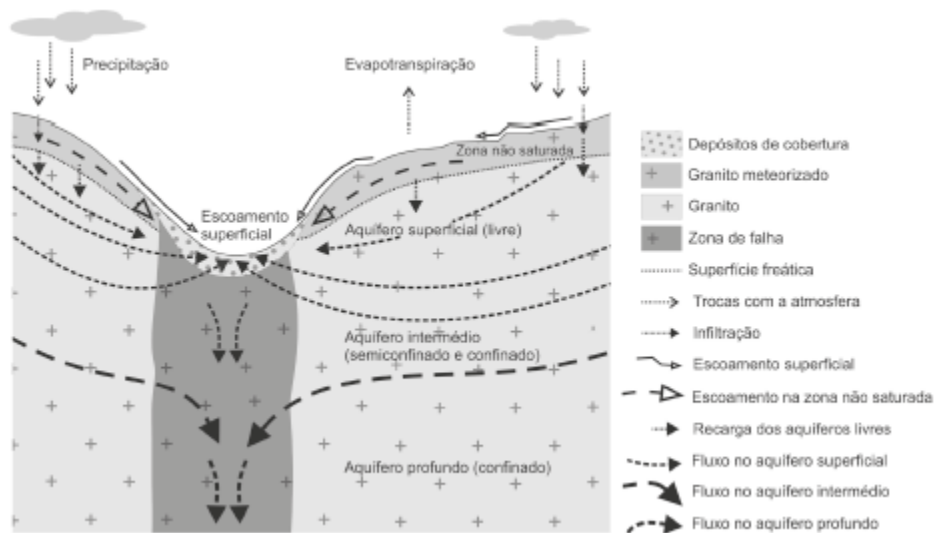


Figura 5 – Variação da temperatura em função da profundidade

Modelos explicativos

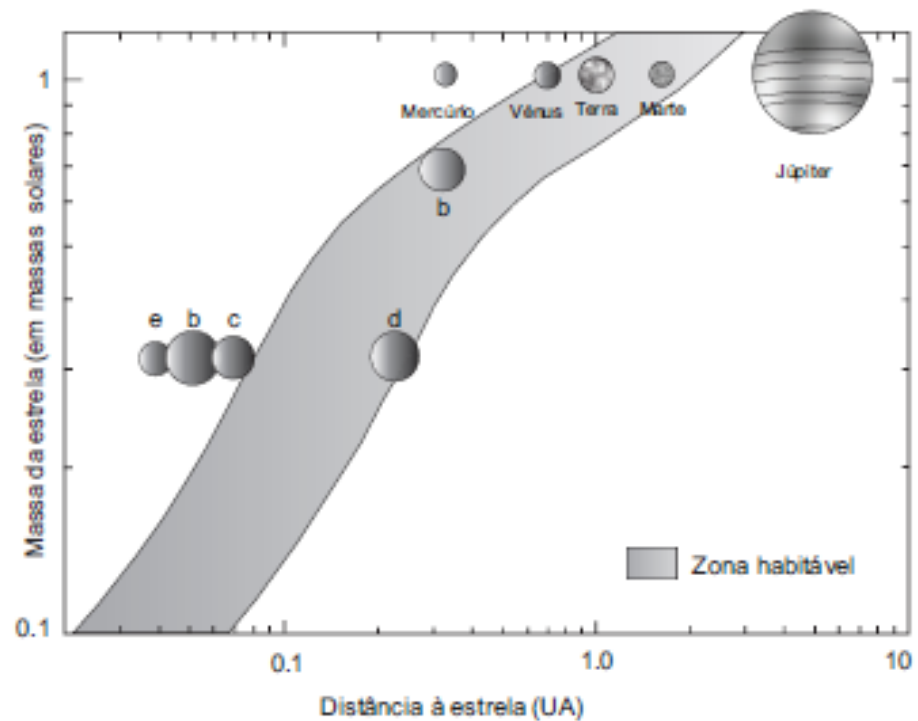


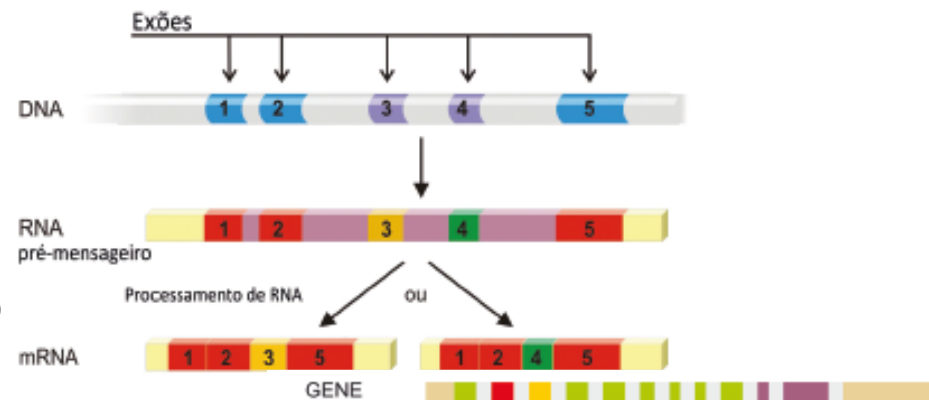
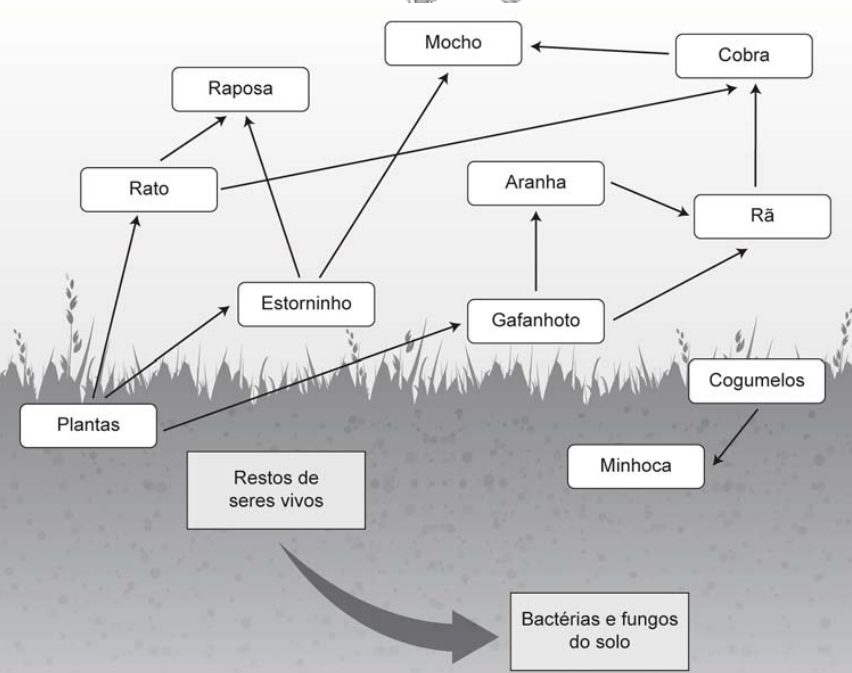
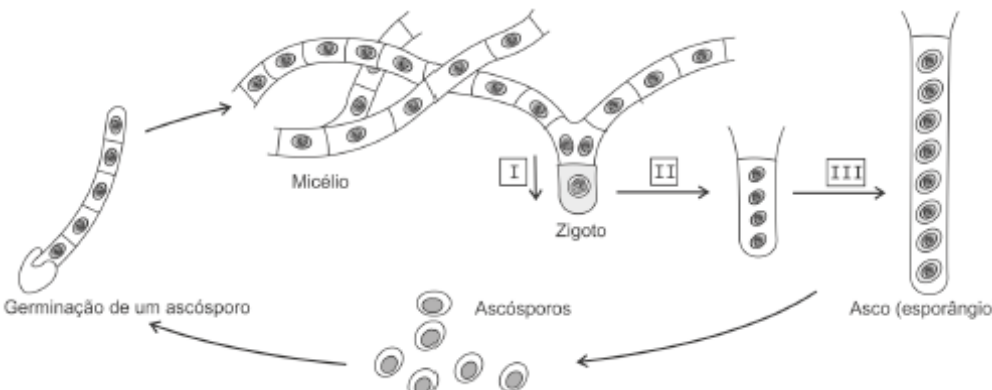


Modelos explicativos

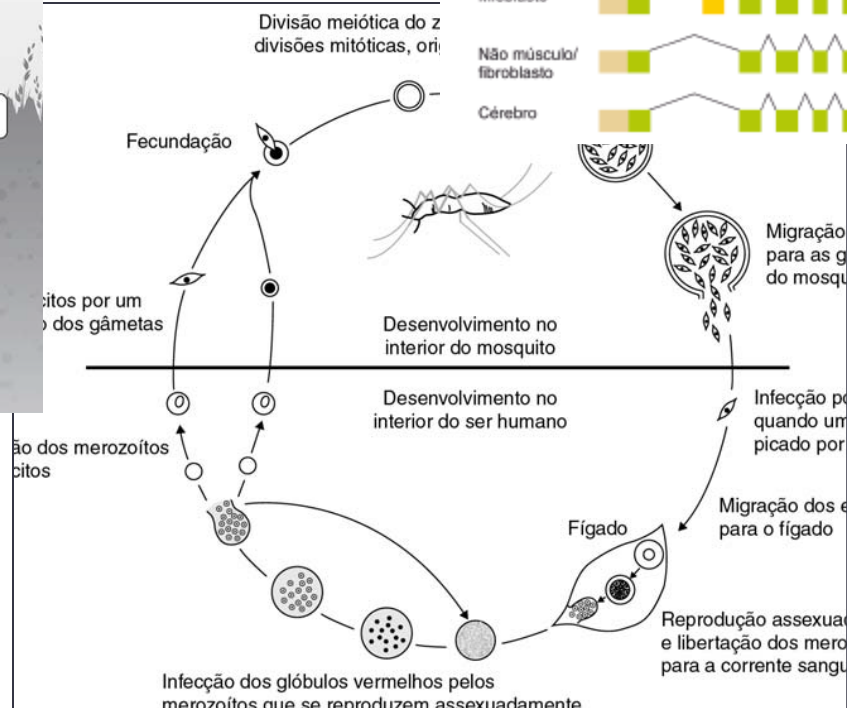
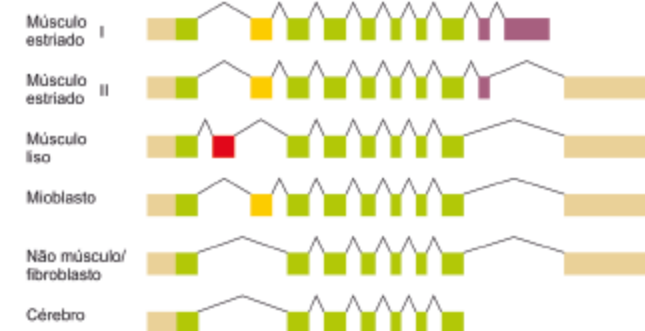


Gliese 581





Processamento alternativo dos transcritos mRNA



Ilustrações de processos

2. Encontrar padrões nos dados

Análise de dados é um aspecto chave em ciência (e nos exames).

... E deve ganhar relevância no ensino

Por exemplo “encontrar um padrão nos resultados”

Fácil

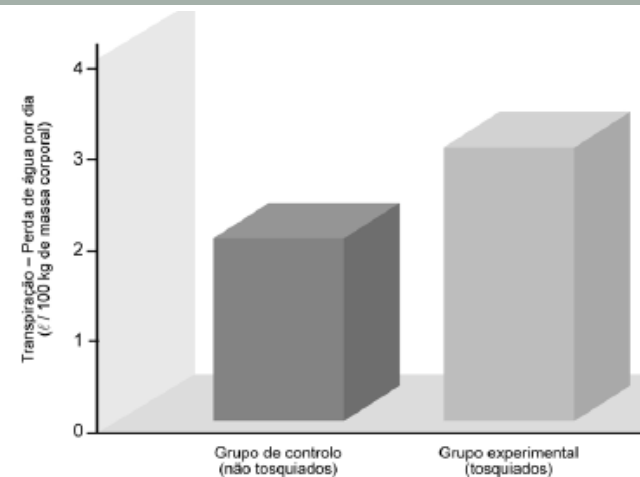


TABELA 1

ENSAIO	ESPÉCIES	RIBEIRA DE ORIGEM	MEIO DE CULTURA	CRESCIMENTO DAS ESTIRPES (mm/dia)
1	<i>T. splendens</i>	Referência	Referência	2,381
2		Referência	Contaminado	2,449
3		Contaminada	Referência	1,910
4		Contaminada	Contaminado	2,417
1	<i>V. elodeae</i>	Referência	Referência	3,050
2		Referência	Contaminado	3,112
3		Contaminada	Referência	2,276
4		Contaminada	Contaminado	2,514

V. elodeae em água contaminada: Tolerância ao meio ou adaptação genética?

Difícil

Nota – Tabela e valores adaptados.

3. Construir explicações com base em evidências

É o objetivo da ciência (está presente nos exames).

... E deve ganhar relevância no ensino

Estrutura de uma explicação científica

Uma frase ou conclusão
que responde à questão
original

Relaciona os dados com a
afirmação, usando princípios
científicos apropriados e
suficientes.

Afirmção + Evidências + Raciocínio = Explicação

Dados científicos que
suportam a afirmação.
Devem ser suficientes e
apropriados.

O que se deve procurar nos dados

- Padrões
- Valores significativos
- Relações
- Tendências
- Anomalias

Nem todos os dados suportam uma afirmação (assim como nem todas as pistas são provas do crime).

Os dados que suportam a afirmação são as evidências.

Tipos de Raciocínio científico

Esquema geral

- Indução
- Dedução
- Abdução
- Analogia

- Causal simples
- Multicausa-efeito
- Multi-efeito
- Sequência de causa-efeito

Tipos de relação causal

Interpretar e dar feedback

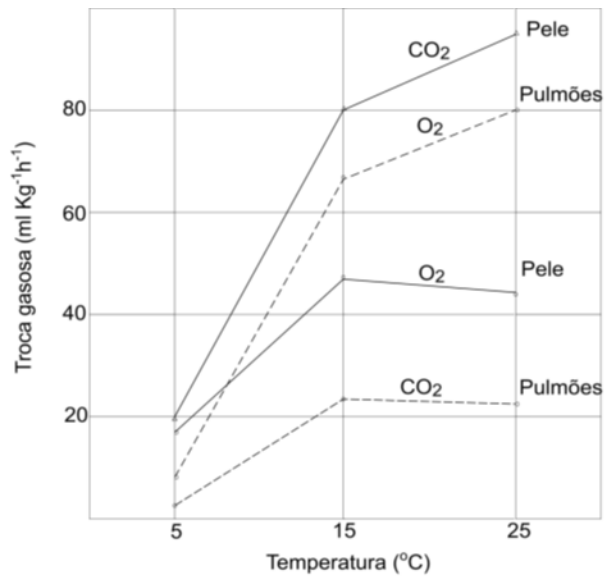
Referencial de Avaliação para explicações científicas

	Afirmação	Evidências	Raciocínio
Níveis de desempenho	Não faz uma afirmação ou faz uma afirmação incorreta	Não fornece evidências ou fornece evidências inapropriadas	Não mostra o raciocínio ou faz um raciocínio incorreto.
	Faz uma afirmação correta, mas incompleta	Fornece evidências apropriadas, mas incompletas. Pode incluir algumas evidências inapropriadas.	Mostra raciocínio que conecta as evidências à afirmação. Pode incluir alguns princípios teóricos ou justificação do porquê das evidências suportarem a afirmação, mas de forma insuficiente.
	Faz uma afirmação correta e completa.	Fornece evidências apropriadas e suficientes para suportar a afirmação.	Mostra raciocínio que liga as evidências à afirmação. Inclui princípios científicos apropriados e suficientes para explicar porque é que as evidências suportam a afirmação.

EXEMPLO

Questão

Três grupos de sapos foram mantidos em três temperaturas diferentes: 5°C, 15°C e 25°C. O gráfico abaixo foi construído a partir das medidas das quantidades de gases trocados entre os animais e o ambiente em cada uma dessas temperaturas.



“Nos sapos, os papéis relativos da pele e dos pulmões na respiração mudam durante o ano.”

Fundamente a afirmação, com base nos dados do gráfico.

Explicação

De facto, os papéis relativos da pele e dos pulmões, na respiração, mudam ao longo do ano. O gráfico mostra que a 5°C (meses mais frios), a pele é a principal responsável pela troca dos dois gases (O₂ e CO₂); a 15°C (meses de temperatura intermédia), a pele troca mais CO₂ que os pulmões, mas estes são os principais responsáveis pela troca de O₂; a 25°C (meses mais quentes), esta tendência acentua-se, sendo a pele a superfície que efetua mais trocas de CO₂ e os pulmões, a superfície que efetua mais trocas de O₂. Assim, no Inverno, os pulmões têm um papel preponderante e em meses mais quentes esse papel é partilhado: pele troca + CO₂; pulmões trocam + O₂.

Afirmação

Evidências

Raciocínio

(Causa-efeito, 3 variáveis (Temperatura, superfícies, gases)
Comparação, generalização)

Exemplo de resposta

Interpretação e feedback

3.1. Os sapos apresentam pulmões primários e como estes, através das trocas gasosas, não conseguem produzir energia suficiente para as células. Estes animais tiveram de arranjar outra forma de produzir o resto da energia que necessitavam durante a sua vida e daí vem a ~~troca~~ respiração realizada através da pele do animal. Com base no gráfico é possível concluir que, os sapos quando expostos em a temperatura mais elevadas têm tendência a realizar maior número de trocas gasosas tanto através da pele como dos pulmões. Este fenómeno acontece devido ao facto de estes animais necessitarem de ter a pele sempre húmida como forma de resistirem a altas temperaturas. Se o

1

2

3

1

Princípios teóricos
Não inclui a **afirmação**.

2

Dado verdadeiro, mas não relevante (**não é evidência**): compara trocas gasosas totais no Verão e no Inverno e não o papel das duas superfícies respiratórias, ao longo do ano.

3

Raciocínio não liga evidências aos princípios para suportar a afirmação.

Estudos de caso/cenários de investigação

Dão a possibilidade de explorar, com os alunos:

- Linguagem técnica
- Notações, símbolos, unidades
- Metodologias e técnicas impossíveis de implementar em sala de aula

Ensinar através dos exames é mais do que “ensinar para os exames”, é fazer *inquiry based science learning*, numa perspetiva que pode:

- Dar aos alunos uma “imagem” mais autêntica de ciência,
- desenvolver competências científicas muitas vezes negligenciadas pelas tarefas *hands on*.

Síntese

Referências

- Baxter, G., & Mislevy, R. J. (2005). *The case for an integrated design framework for assessing science inquiry*. CSE Technical Report 638. Los Angeles: The National Center for Research on Evaluation, Standards, Student Testing (CRESST), Center for Studies in Education, UCLA. Acedido em http://padi.sri.com/downloads/TR5_IDFramework.pdf
- Ferreira, S. e Moraes, A.M. (2013). Exigência conceitual do trabalho prático nos exames nacionais: Uma abordagem metodológica. *Olhar de Professor*, 16 (1), 149-172. Acedido em http://essa.ie.ulisboa.pt/curricula_amorais_texto.htm
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, 41(4), 212-218.
- McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2008). Inquiry and scientific explanations: Helping students use evidence and reasoning. In Luft, J., Bell, R. & Gess-Newsome, J. (Eds.). *Science as inquiry in the secondary setting*. (p. 121-134). Arlington, VA: NSTA.
- Mislevy, R.J. (2008). How cognitive science challenges the educational measurement tradition. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 6, 124. Acedido em: http://umdperg.pbworks.com/f/CommentaryHaig_Mislevy.pdf