

CURRÍCULOS DE NÍVEL ELEVADO NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

CONCEPTUALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO E DAS CAPACIDADES

Ana Maria Morais
Isabel Pestana Neves
Instituto de Educação, Universidade de Lisboa

Margarida Afonso
Escola Superior de Educação, IPCB / IE, UL

Sílvia Ferreira
EBI do Carregado / IE, UL

27 . OUTUBRO . 2014



Currículos de ciências conceptualmente exigentes

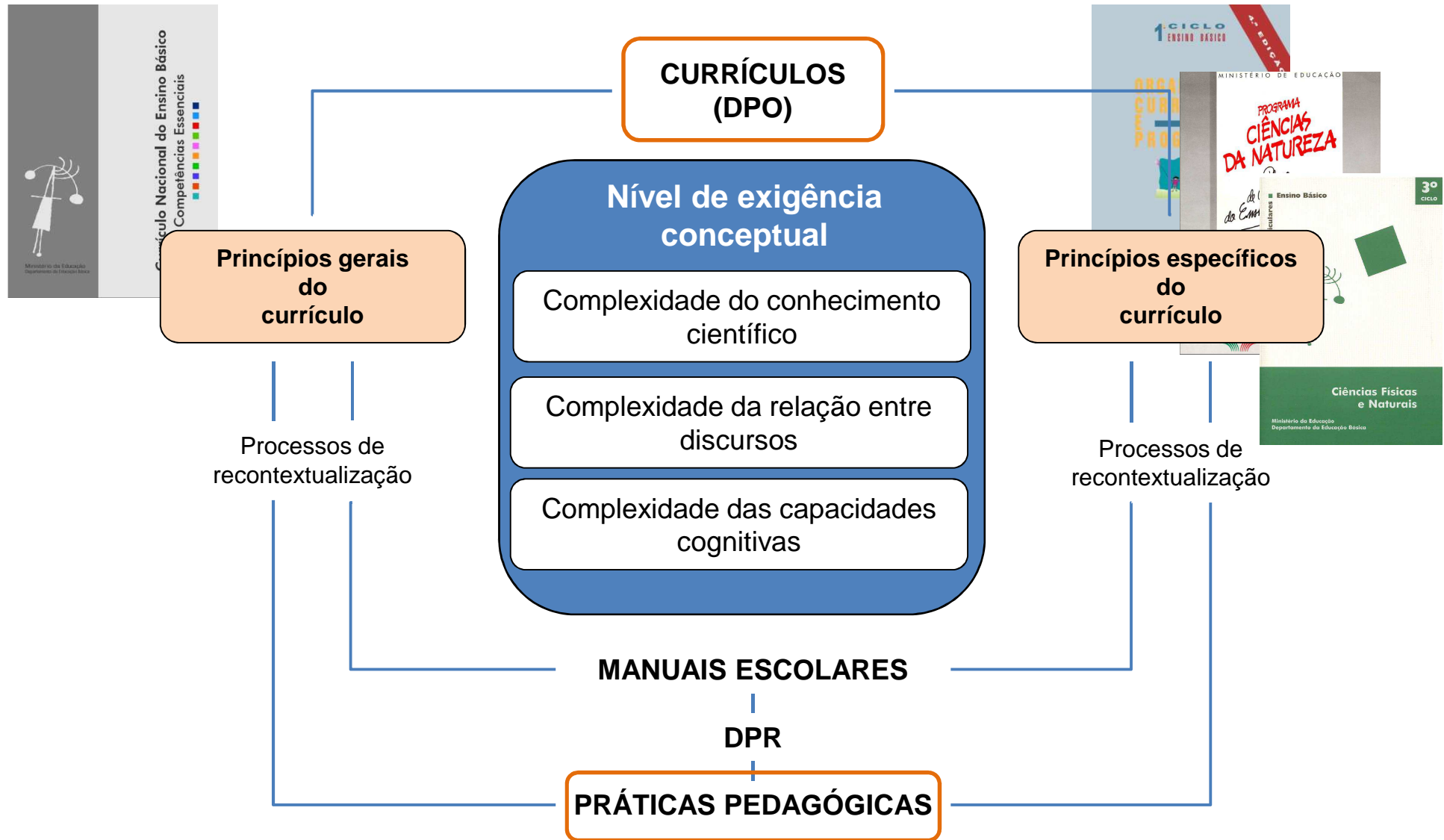
O que mostra a investigação?

- 1º ciclo
- 2º ciclo
- 3º ciclo

Proposta de mudança

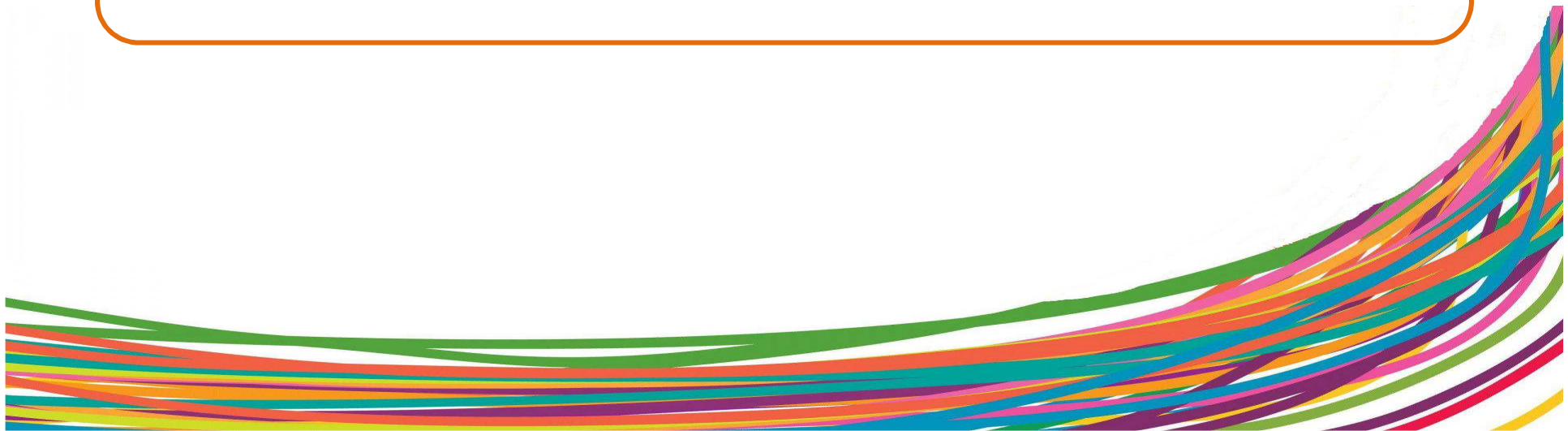
- Inter-relação
fotossíntese/respiração

Exigência conceptual e investigação no contexto educacional das ciências



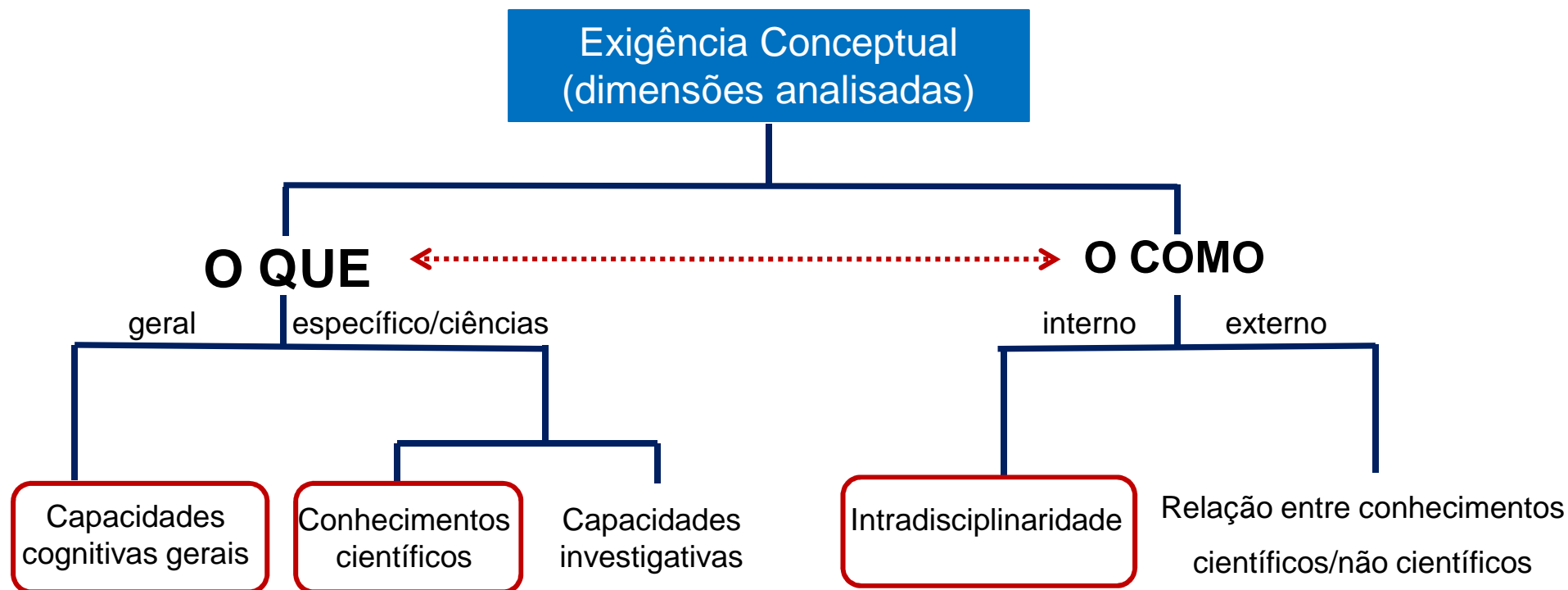
CONCEPTUALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO E DAS CAPACIDADES EM CURRÍCULOS

RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO



A exigência conceptual no ensino básico – do 1º ao 9º ano de escolaridade

A investigação tem procurado contribuir para um melhor conhecimento da educação científica promovida nos primeiros anos de escolaridade em termos de exigência conceptual.



A exigência conceptual no ensino básico – do 1º ao 9º ano de escolaridade

Documentos

Competências
Essenciais

Orientações
curriculares
Programas

Manuais Escolares

Práticas
Pedagógicas dos
Professores
Contexto de Avaliação

Indicador – Intradisciplinaridade

Grau 1 – *Enumera os produtos vulcânicos emitidos.*

Grau 2 – *Refere as várias funções do sangue.*

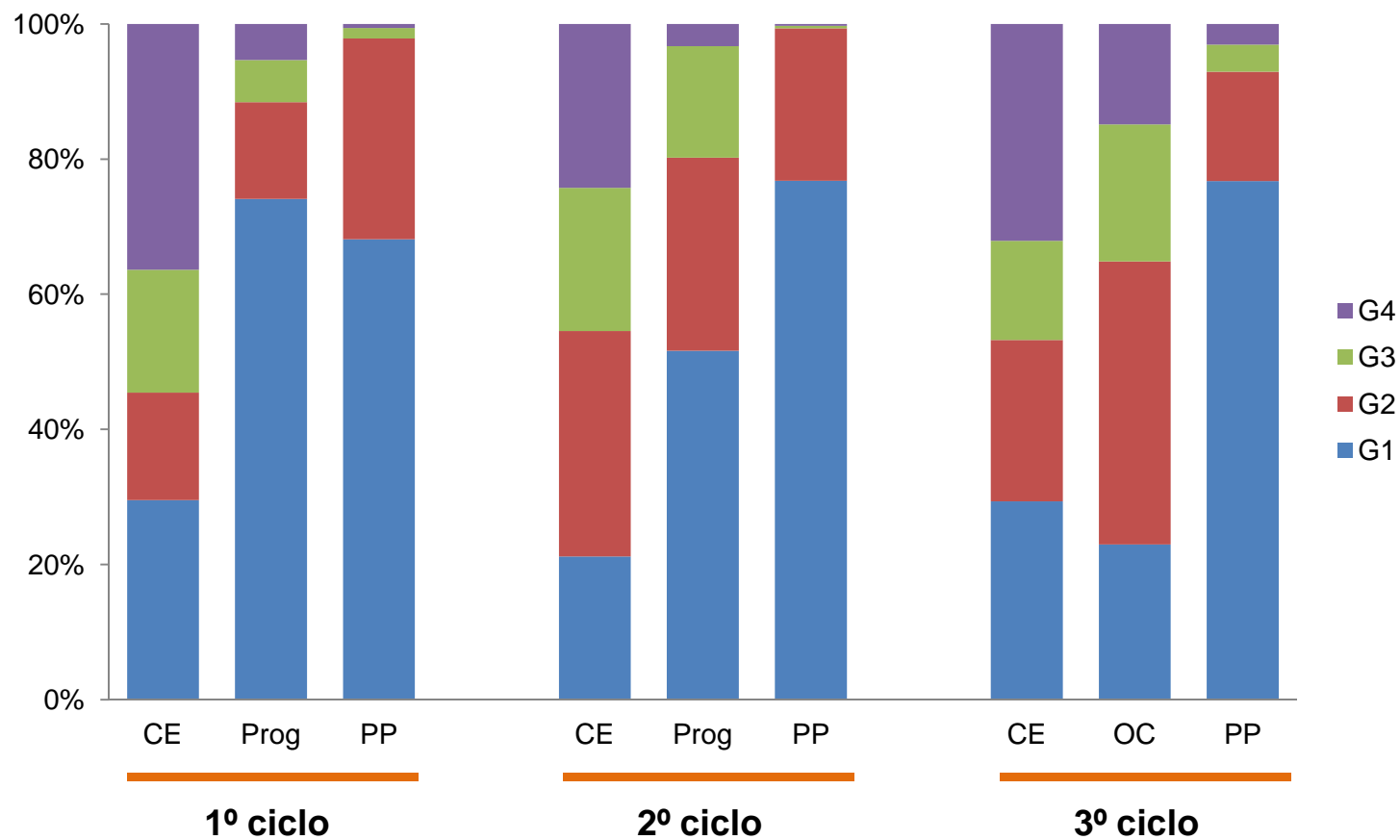
Grau 3 – *Comenta a afirmação: “Os decompositores são fundamentais no equilíbrio dos ecossistemas”.*

Grau 4 – *Relaciona a ocorrência de sismos com a ação de forças que se desenvolvem no interior da Terra.*

Manuais escolares do 3º CEB

Resultados da investigação

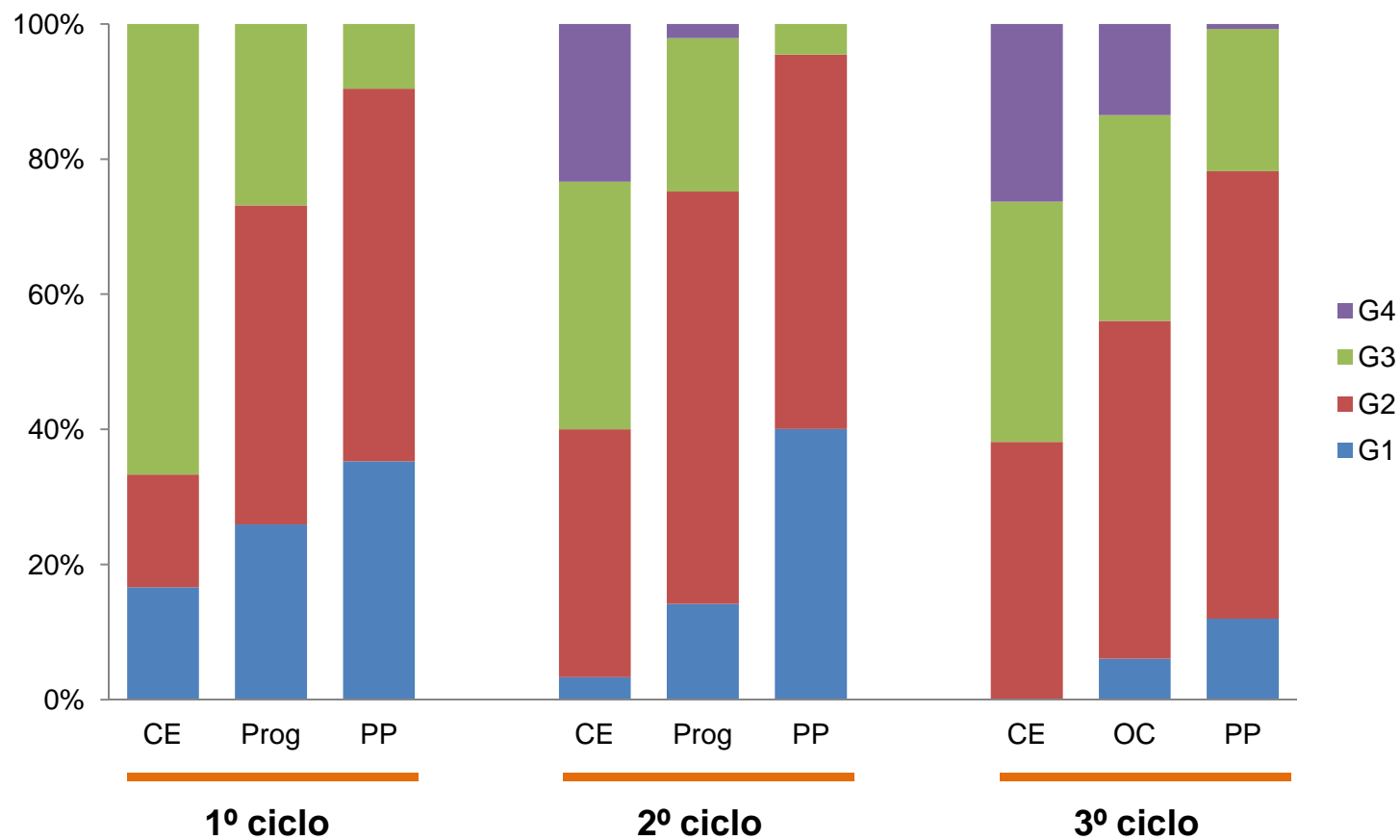
Capacidades cognitivas



Afonso et al., 2013

Resultados da investigação

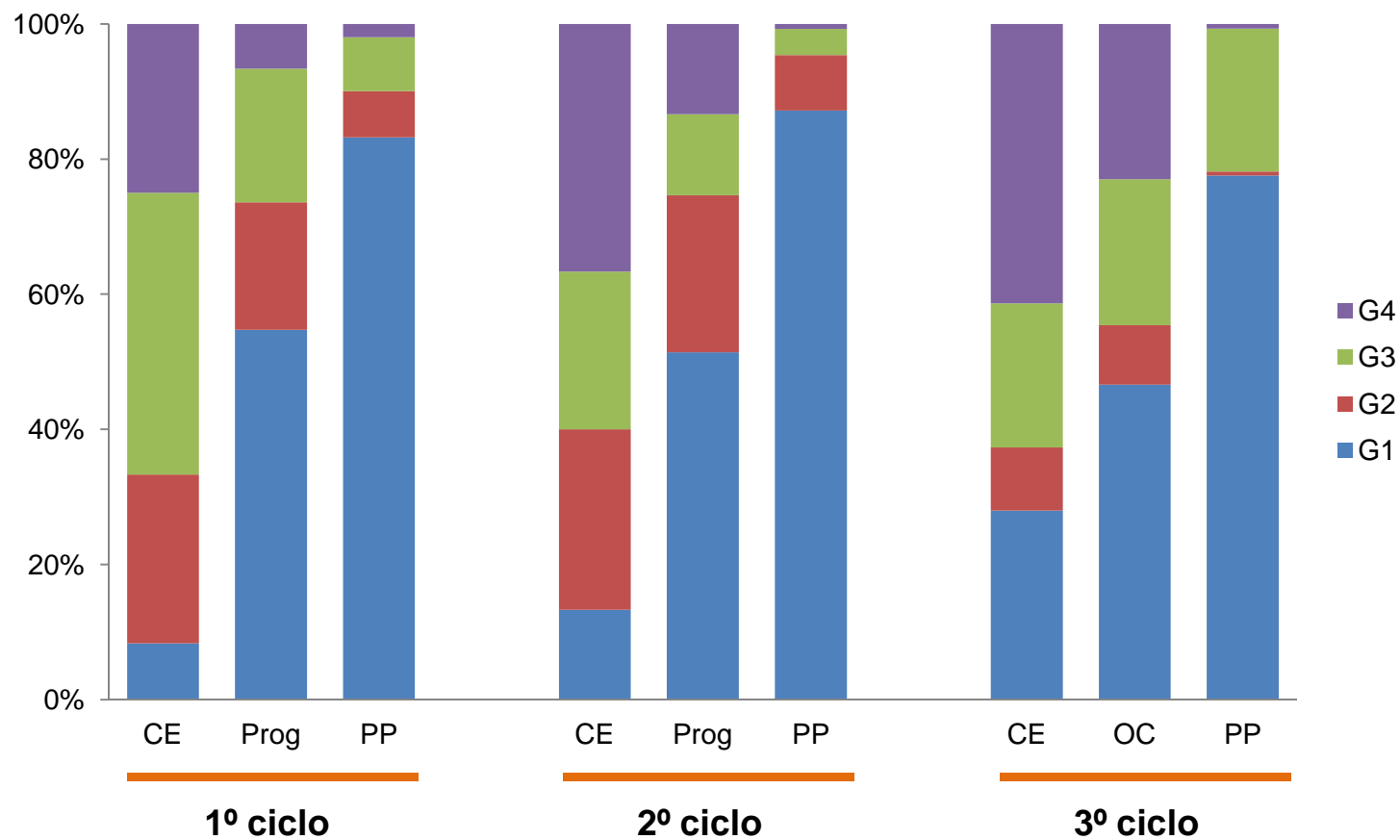
Conhecimentos científicos



Afonso et al., 2013

Resultados da investigação

Relações intradisciplinares



Afonso et al., 2013

Considerações finais

Resultado-Síntese

Os documentos analisados revelam níveis baixos de exigência conceptual e os níveis de exigência conceptual tendem a ser cada vez mais baixos à medida que passamos do documento das competências essenciais para os manuais escolares e para a prática pedagógica dos professores (fichas de avaliação).

Afonso et al., 2013

Considerações finais

Políticas educativas para a melhoria da educação científica

- ➔ Valorização da exigência conceptual, como dimensão de uma educação científica com significado: A promoção de níveis elevados de exigência conceptual é essencial em qualquer nível de ensino.
- ➔ Produção de materiais de apoio, para professores e para alunos, de elevada qualidade conceptual e processual, que facilite a promoção de níveis elevados de exigência conceptual.
- ➔ Coerência horizontal e vertical na aprendizagem dos conceitos científicos e no desenvolvimento dos processos investigativos com níveis de complexidade e abrangência crescentes.

Afonso et al., 2013

CONCEPTUALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO E DAS CAPACIDADES EM CURRÍCULOS

PROPOSTA DE MUDANÇA



A ciência inclui áreas inter-relacionadas de uma grande abrangência, como a Biologia, a Geologia, a Física e a Química, e que continuam a expandir-se a uma velocidade cada vez maior. A simples memorização dos detalhes factuais destas áreas tão abrangentes não é uma opção viável.

De que modo o processo de ensino/aprendizagem pode ir além dos factos e desenvolver uma visão coerente da ciência?

Campbell & Reece, 2008

Proposta de mudança

Inter-relação fotossíntese/respiração

A temática da complementaridade entre os processos de fotossíntese e respiração deve ser abordada no ensino básico, contribuindo para o desenvolvimento da literacia científica dos alunos.

Amir & Tamir, 1994; Millar & Osborne, 1998

Os alunos apresentam diversas concepções alternativas sobre esta temática.

Melillán, Cañal & Vega, 2006

Proposta de mudança

Inter-relação fotossíntese/respiração

A fotossíntese e a respiração são dois processos fundamentais que influenciam o ciclo de matéria e o fluxo de energia na biosfera. Para compreender de que forma um organismo, um ecossistema ou a biosfera funcionam, é necessário perceber as diferenças entre os dois processos metabólicos, bem como os aspectos que têm em comum e a inter-relação entre eles.

Amir & Tamir, 1994

Inter-relação fotossíntese/respiração

3º ciclo do EB

Conceito global:

O fluxo de energia e o ciclo de matéria na Biosfera são assegurados pela relação fotossíntese/respiração.

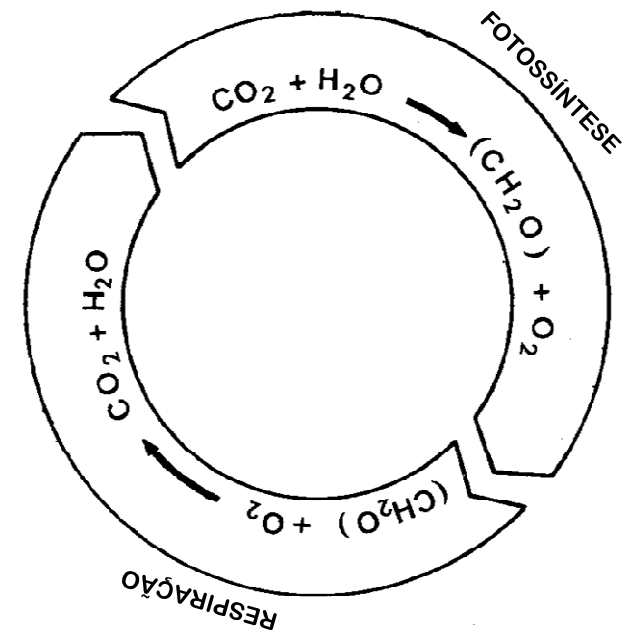
Principais conceitos:

- Em qualquer ecossistema ocorrem simultaneamente a fotossíntese e a respiração, estando o ciclo do oxigénio estreitamente ligado ao ciclo do carbono.

Inter-relação fotossíntese/respiração

3º ciclo do EB

- A matéria orgânica que é fabricada através da fotossíntese, a partir da água e do dióxido de carbono com simultânea libertação de oxigénio, é degradada através da respiração dos seres vivos da qual resulta água e dióxido de carbono que ficam novamente disponíveis para a fotossíntese.

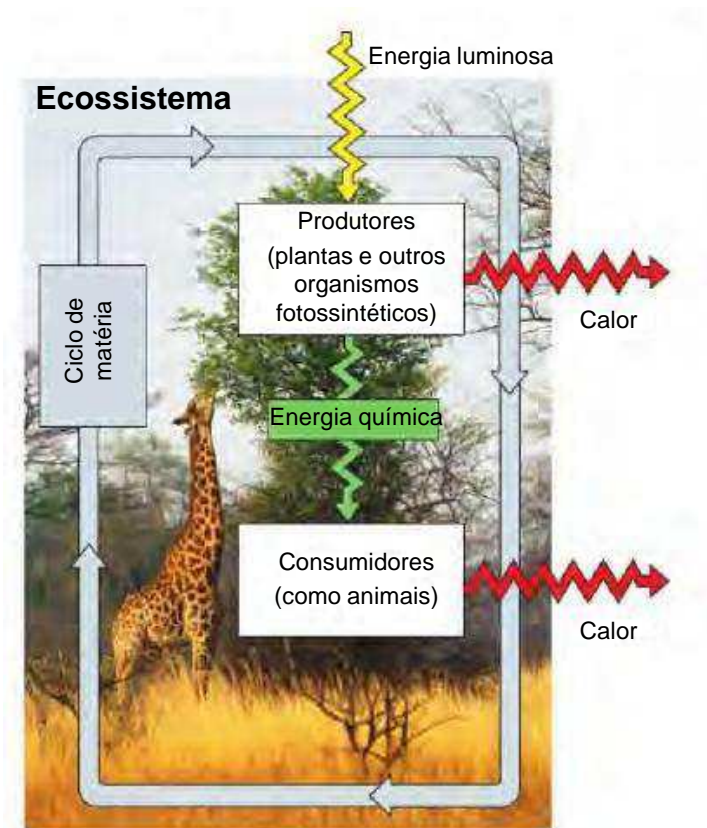


(Morais, Neves & Galhardo, 1983)

Inter-relação fotossíntese/respiração

3º ciclo do EB

- A matéria orgânica, que é sintetizada pelos organismos fotossintéticos, contém energia química que tem origem na energia luminosa e que se liberta através da respiração para ser utilizada pelos seres vivos, dissipando-se sob a forma de calor.

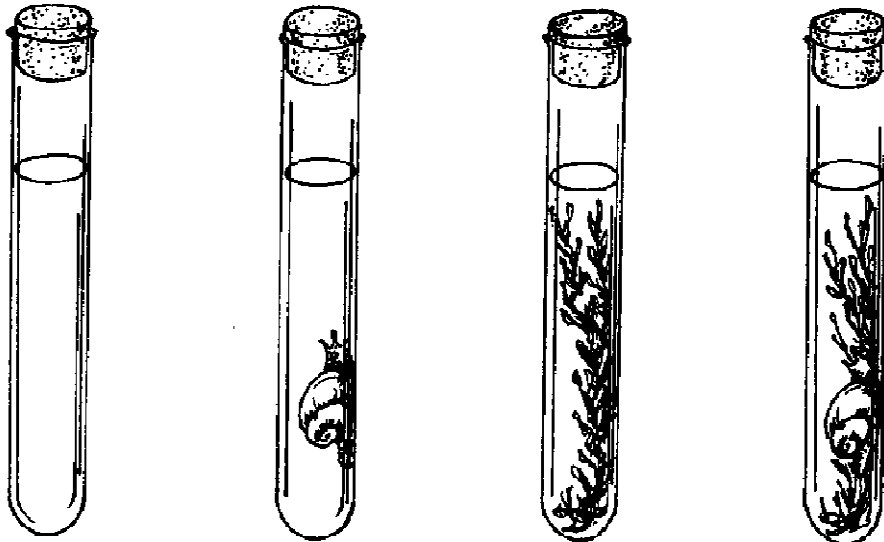


(Campbell & Reece, 2008)

Inter-relação fotossíntese/respiração

3º ciclo do EB

1. Atividade laboratorial



Tubo 1 – água + azul-de-bromotimol

Tubo 2 – água + azul-de-bromotimol + caracol

Tubo 3 – água + azul-de-bromotimol + planta

Tubo 4 – água + azul-de-bromotimol + caracol + planta

O **azul-de-bromotimol** é um indicador de CO_2 que toma a cor amarela quando o meio é ácido (presença de CO_2) e azul quando o meio é básico (ausência de CO_2).

Tubo	Resultados (cor do azul-de-bromotimol)	
	Luz	Escuras
1	Azul	Azul
2	Amarelo	Amarelo
3	Azul	Amarelo
4	Azul	Amarelo

Inter-relação fotossíntese/respiração

3º ciclo do EB

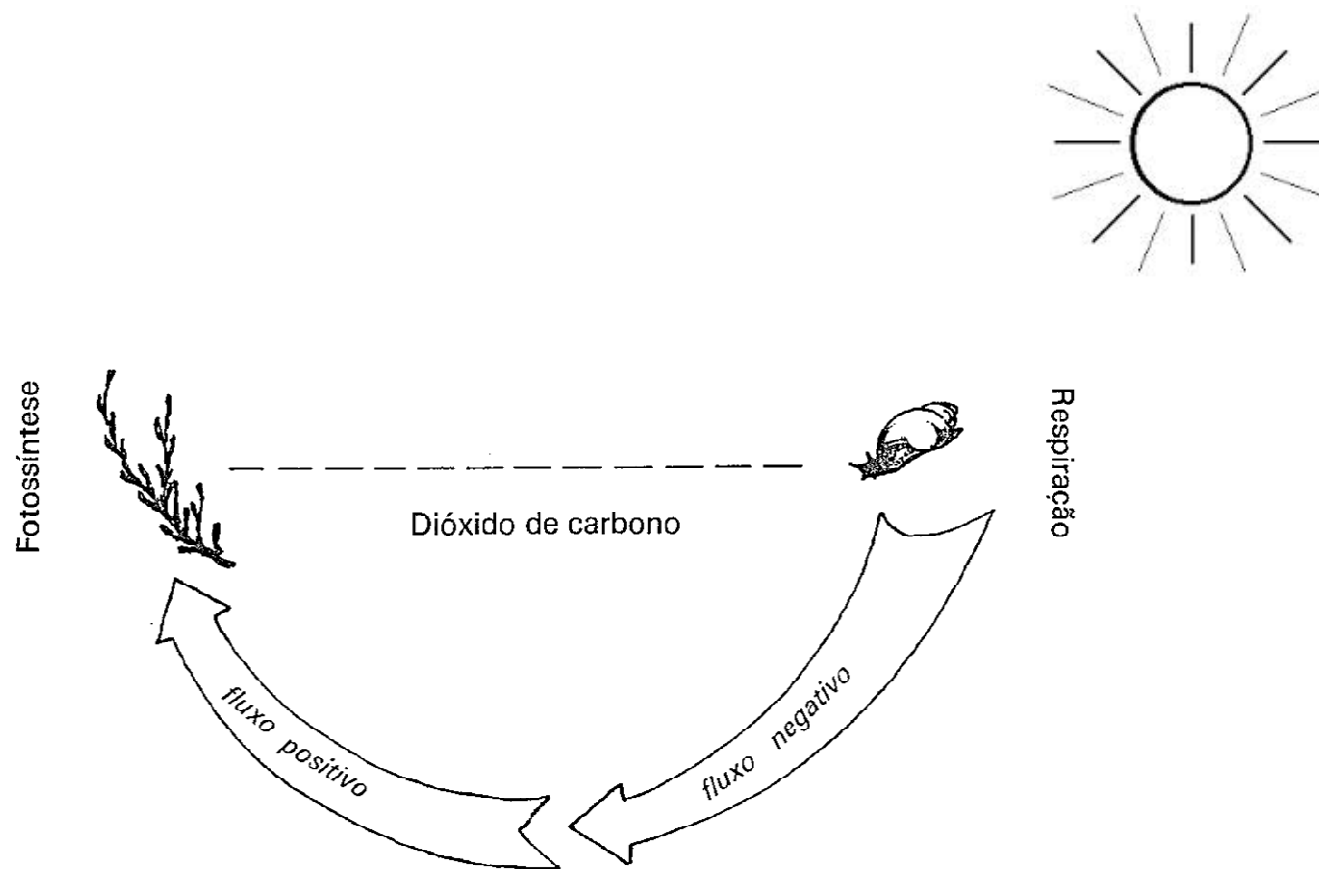
Nível de inquérito	Questão	Métodos	Interpretação dos resultados
1 (de confirmação)	X	X	X
2 (estruturado)	X	X	
3 (guiado)	X		
4 (aberto)			

X – informação fornecida pelo professor.

Bell et al., 2005

Inter-relação fotossíntese/respiração

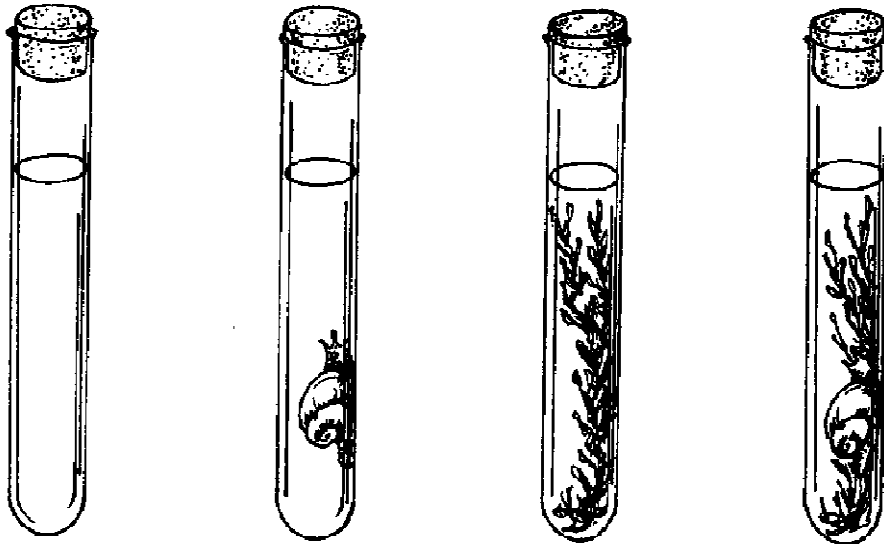
3º ciclo do EB – Atividade 1



Inter-relação fotossíntese/respiração

3º ciclo do EB

2. Atividade laboratorial



Tubo 1 – água + azul-de-metileno

Tubo 2 – água + azul-de-metileno + caracol

Tubo 3 – água + azul-de-metileno + planta

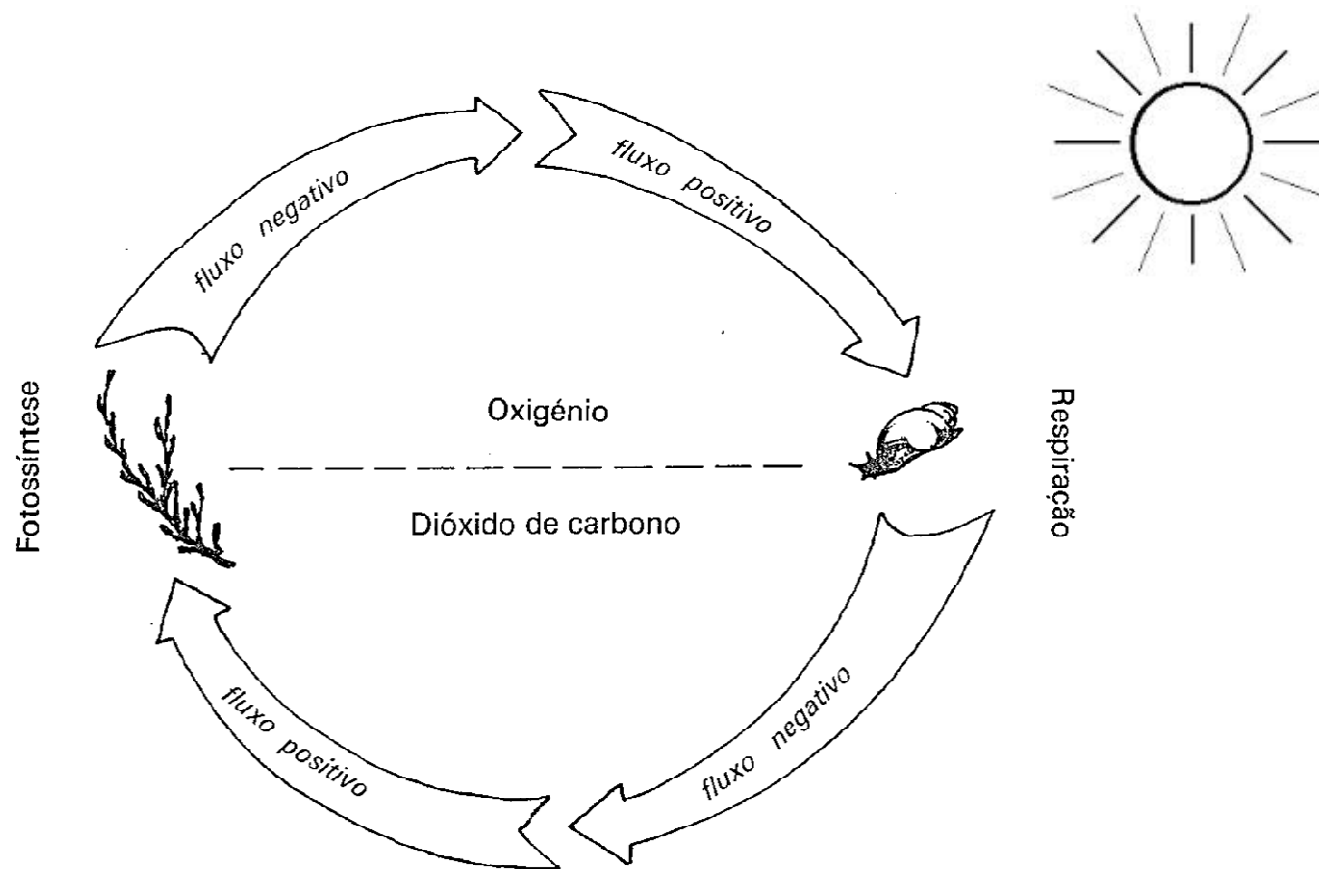
Tubo 4 – água + azul-de-metileno + caracol + planta

O **azul-de-metileno** é um indicador de oxidação-redução que na sua forma oxidada, num ambiente rico em oxigénio, tem cor azul e na forma reduzida fica incolor, o que acontece quando o oxigénio é consumido.

Tubo	Resultados (cor do azul-de-metileno)	
	Luz	Escuras
1	Azul	Azul
2	Incolor	Incolor
3	Azul	Incolor
4	Azul claro	Incolor

Inter-relação fotossíntese/respiração

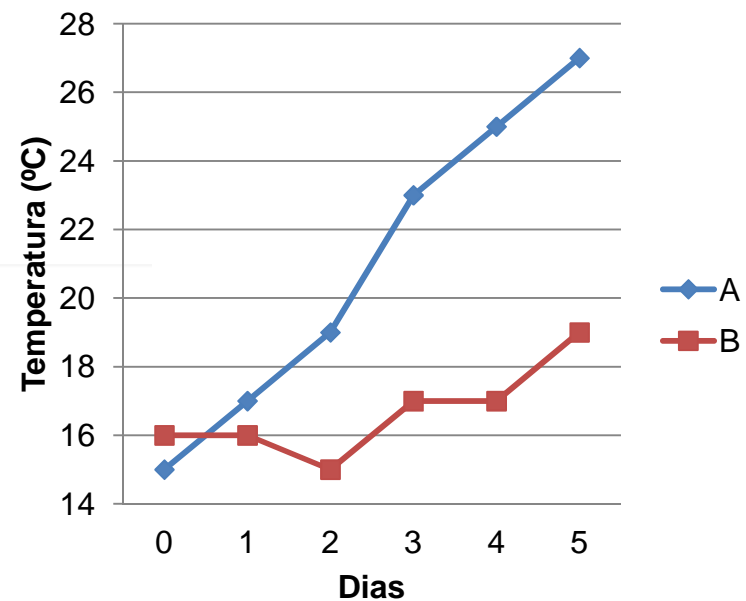
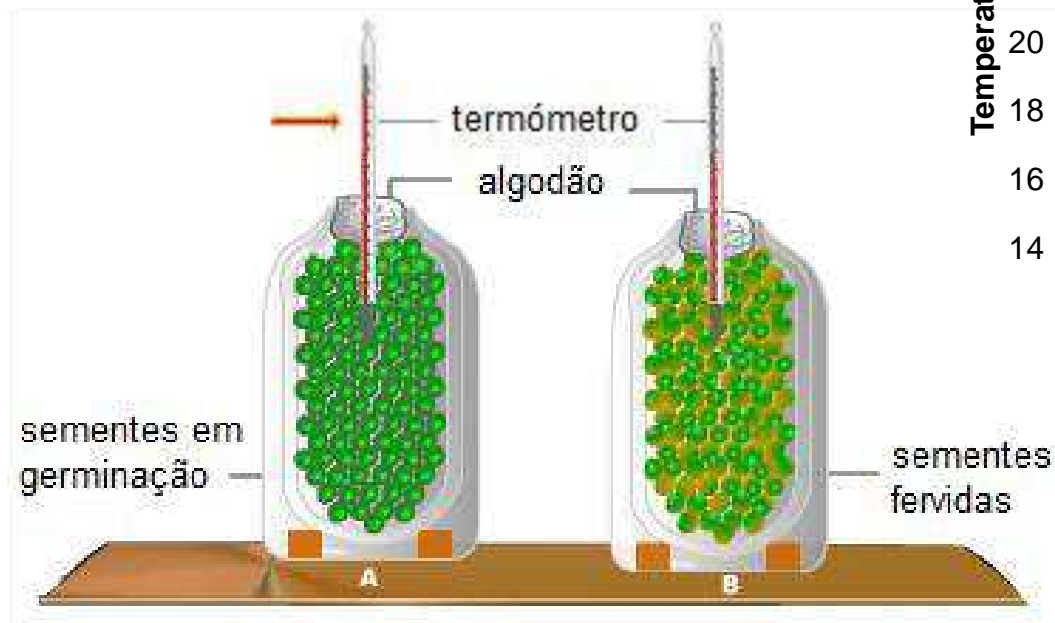
3º ciclo do EB – Conjunto das duas atividades



Inter-relação fotossíntese/respiração

3º ciclo do EB

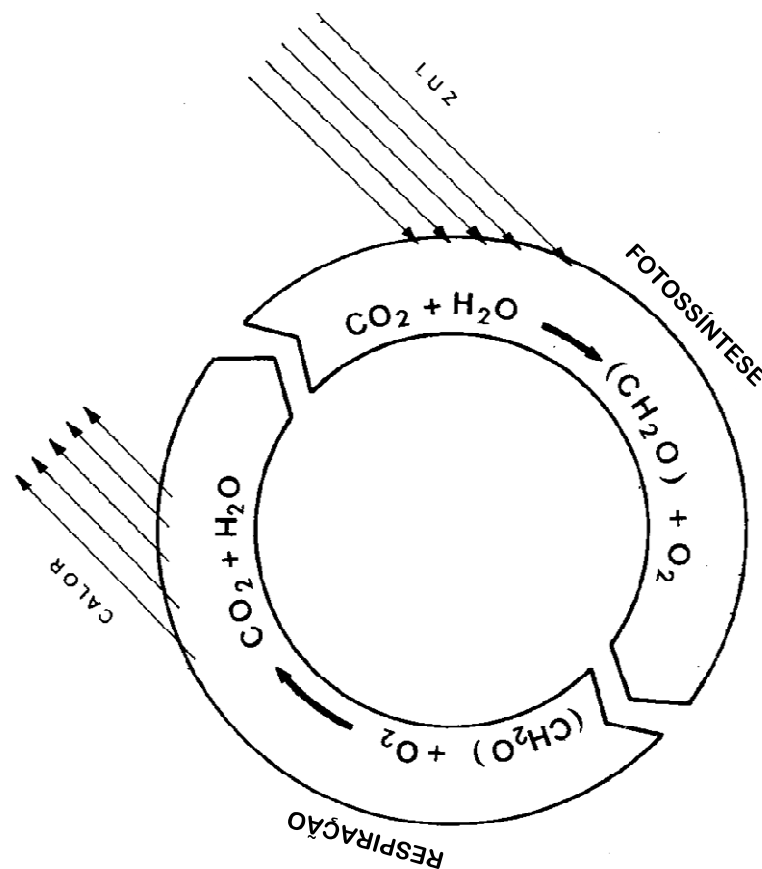
3. Atividade laboratorial



Steane, s.d.

Inter-relação fotossíntese/respiração

3º ciclo do EB – Conjunto das três atividades



Morais, Neves & Galhardo, 1983

Inter-relação fotossíntese/respiração

3º ciclo do EB

7. Compreender a importância dos fluxos de energia na dinâmica dos ecossistemas

- 7.1. Indicar formas de transferência de energia existentes nos ecossistemas.
- 7.2. Construir cadeias tróficas de ambientes marinhos, fluviais e terrestres.
- 7.3. Elaborar diversos tipos de cadeias tróficas a partir de teias alimentares.
- 7.4. Indicar impactes da ação humana que contribuam para a alteração da dinâmica das teias alimentares.
- 7.5. Discutir medidas de minimização dos impactes da ação humana na alteração da dinâmica dos ecossistemas.

8. Sintetizar o papel dos principais ciclos de matéria nos ecossistemas

- 8.1. Explicar o modo como algumas atividades dos seres vivos (alimentação, respiração, fotossíntese) interferem nos ciclos de matéria.
- 8.2. Explicitar a importância da reciclagem da matéria na dinâmica dos ecossistemas.
- 8.3. Interpretar as principais fases do ciclo da água, do ciclo do carbono, do ciclo do oxigénio e do ciclo do azoto, a partir de esquemas.
- 8.4. Justificar o modo como a ação humana pode interferir nos principais ciclos de matéria e afetar os ecossistemas.

Metas Curriculares

Ensino Básico

Ciências Naturais

8º ano

Muitos currículos de ciências perderam a visão de uma estrutura curricular clara e consistente, com base em esquemas conceituais. Em vez disso, existem aglomerados curriculares baseados numa diversidade de atividades a que falta coerência conceptual.

Bybee, 2003

Coerência curricular

Inter-relação fotossíntese/respiração em vários níveis de escolaridade

Nível de escolaridade	Explicitação dos conceitos	Exemplos de exploração	Níveis de organização biológica
3º ciclo	O fluxo de energia e o ciclo de matéria na Biosfera são assegurados pela relação fotossíntese/respiração.	No estudo dos ecossistemas, relacionar o ciclo de matéria e de energia com a inter-relação fotossíntese/respiração.	Ecossistema
2º ciclo	<u>Fotossíntese</u> : Em presença da luz, os seres vivos com clorofila, consomem CO_2 e libertam o O_2 e, neste processo, fabricam matéria orgânica. <u>Respiração</u> : Os seres vivos utilizam O_2 e libertam CO_2 e, neste processo, asseguram a sua sobrevivência.	No estudo da diversidade de plantas e animais, relacionar a libertação de O_2 e o consumo de CO_2 com a fotossíntese e o consumo de O_2 e a libertação de CO_2 com a respiração.	Organismo
1º ciclo	<u>Fotossíntese</u> : As plantas precisam de água e de luz para sobreviverem. <u>Respiração</u> : Os seres vivos precisam de oxigénio para sobreviverem.	No estudo dos fatores ambientais, relacionar alguns fatores abióticos (água, luz, oxigénio) com a vida das plantas e dos animais.	Organismo

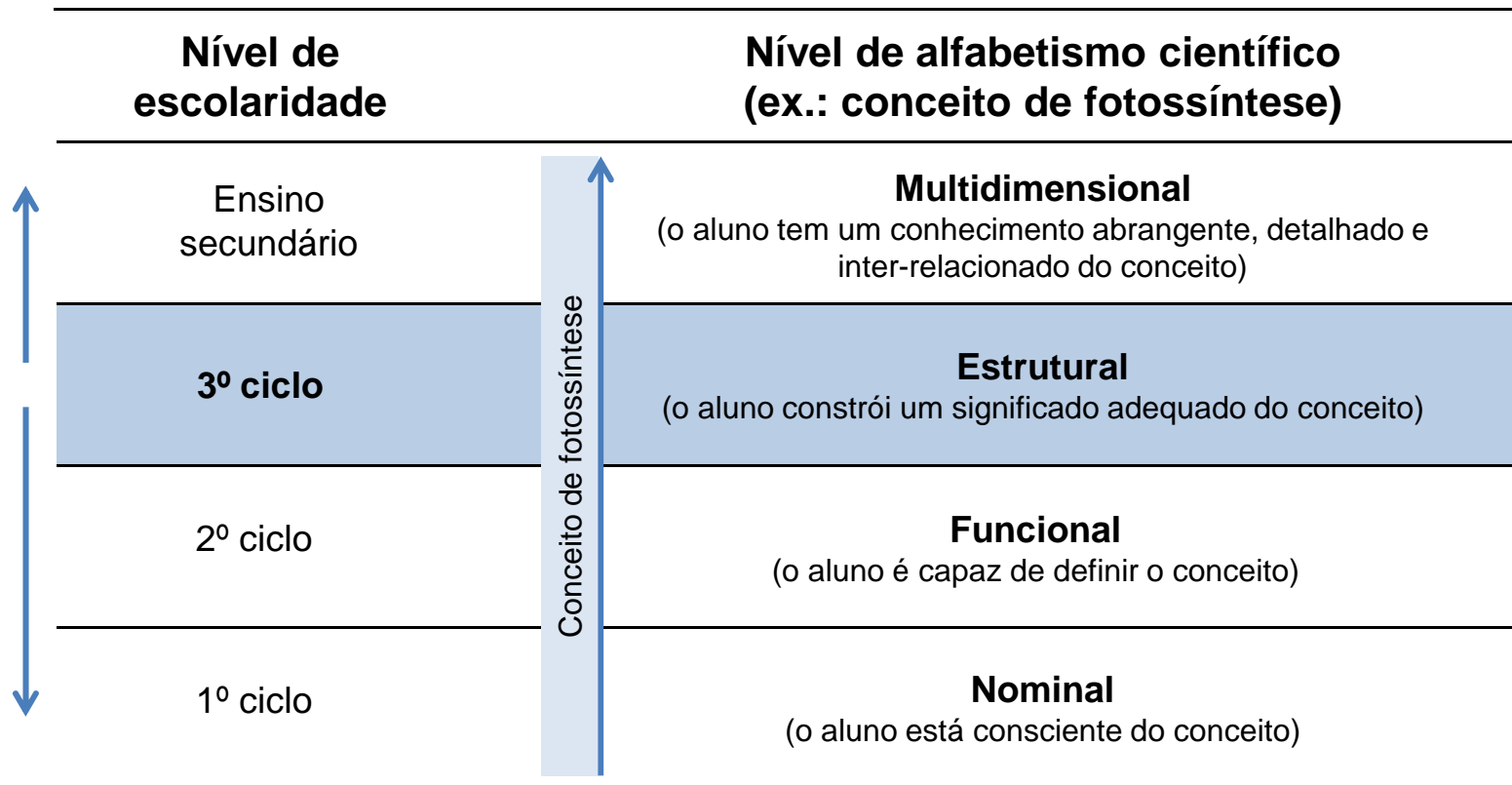
Coerência curricular

Inter-relação fotossíntese/respiração em vários níveis de escolaridade

Nível de escolaridade	Explicitação dos conceitos	Exemplos de exploração	Níveis de organização biológica
↑ Ensino secundário	<p><u>Fotossíntese</u>: A energia luminosa é convertida em energia química que é armazenada em compostos orgânicos (inclui as reações fotoquímicas e o ciclo de Calvin).</p> <p><u>Respiração celular</u>: Através de vias catabólicas de respiração aeróbia e anaeróbia, as moléculas orgânicas são degradadas com produção de ATP (inclui a glicólise, o ciclo de Krebs e a fosforilação oxidativa).</p>	<p>Fotossíntese: relacionar a taxa fotossintética com a intensidade luminosa, mediada, por exemplo, pela temperatura e CO₂.</p> <p>Relação fotossíntese/respiração: relacionar o ciclo de Calvin com o ciclo de Krebs.</p>	Celular Molecular
	3º ciclo	O fluxo de energia e o ciclo de matéria na Ecosfera são assegurados pela relação fotossíntese/respiração.	No estudo dos ecossistemas, relacionar o ciclo de matéria e de energia com a inter-relação fotossíntese/respiração.

Coerência curricular

Inter-relação fotossíntese/respiração em vários níveis de escolaridade



(BSCS, 1995)

Coerência curricular

Inter-relação fotossíntese/respiração em vários níveis de escolaridade

Nível de escolaridade	Processos científicos
Ensino secundário	Interação complexa de variáveis (quantitativas)
3º ciclo	Interação simples de variáveis (qualitativas/quantitativas)
2º ciclo	Interação simples de variáveis (qualitativas/quantitativas)
1º ciclo	Interação simples de variáveis (qualitativas/quantitativas)

Níveis crescentes de complexidade

Capacidades de processos científicos:

- Formulação de problemas
- Formulação de hipóteses
- Planeamento experimental
- Interpretação de resultados

Coerência curricular

Críticas recentes aos currículos de ciências

➔ Ausência de conteúdo desafiador

Demasiada ênfase em factos e ausência de uma orientação conceptual

➔ Ausência de um foco instrucional

Ausência de profundidade no tratamento dos conteúdos

➔ Tempo inadequado de aprendizagem

Tempo reduzido e inadequado no caso de alguns conceitos e demasiado tempo no caso de outros

➔ Ausência de relações verticais e horizontais dos conteúdos

Ausência de relações entre conhecimentos científicos e processos científicos nas dimensões horizontal e vertical do currículo

Referências

- Afonso, M., Alveirinho, D., Tomás, H., Calado, S., Ferreira, S., Silva, P., & Alves, V. (2013). *Que ciência se aprende na escola?*. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Amir, R., & Tamir, P. (1994). In-depth analysis of misconceptions as a basis for developing research-based remedial instruction: The case of photosynthesis. *The American Biology Teacher*, 56(2), 94-100.
- Bell, L. R., Smetana, L., Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *The Science Teacher*, 72(7), 30–33.
- BSCS (Biological Sciences Curriculum Studies) (1995). *Developing biological literacy*. Dubuque, Iowa: Kendall.
- BSCS (Biological Sciences Curriculum Studies) (2009). *The Biology teacher's handbook (4ª ed.)*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Bybee, R. W. (2003). *The teaching of science: Content, coherence, and congruence*. Recuperado de <<http://brandwein.org/lecture/bybee>>
- Campbell, N., & Reece, J. (2008). *Biology (8ª ed.)*. San Francisco: Pearson/ Benjamin Cummings.
- Domingos (atualmente Morais), A. M., Neves, I. P., & Galhardo, L. (1983). *Ciências do Ambiente: Livro do professor*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Melillán, M. C., Cañal, P., & Vega, M. R. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: Una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), 401-410.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College London School of Education.
- Steane, R. (s.d.). *The respiration process*. Recuperado de <<http://www.biotopics.co.uk/humans/respro.html>>.