

# 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**

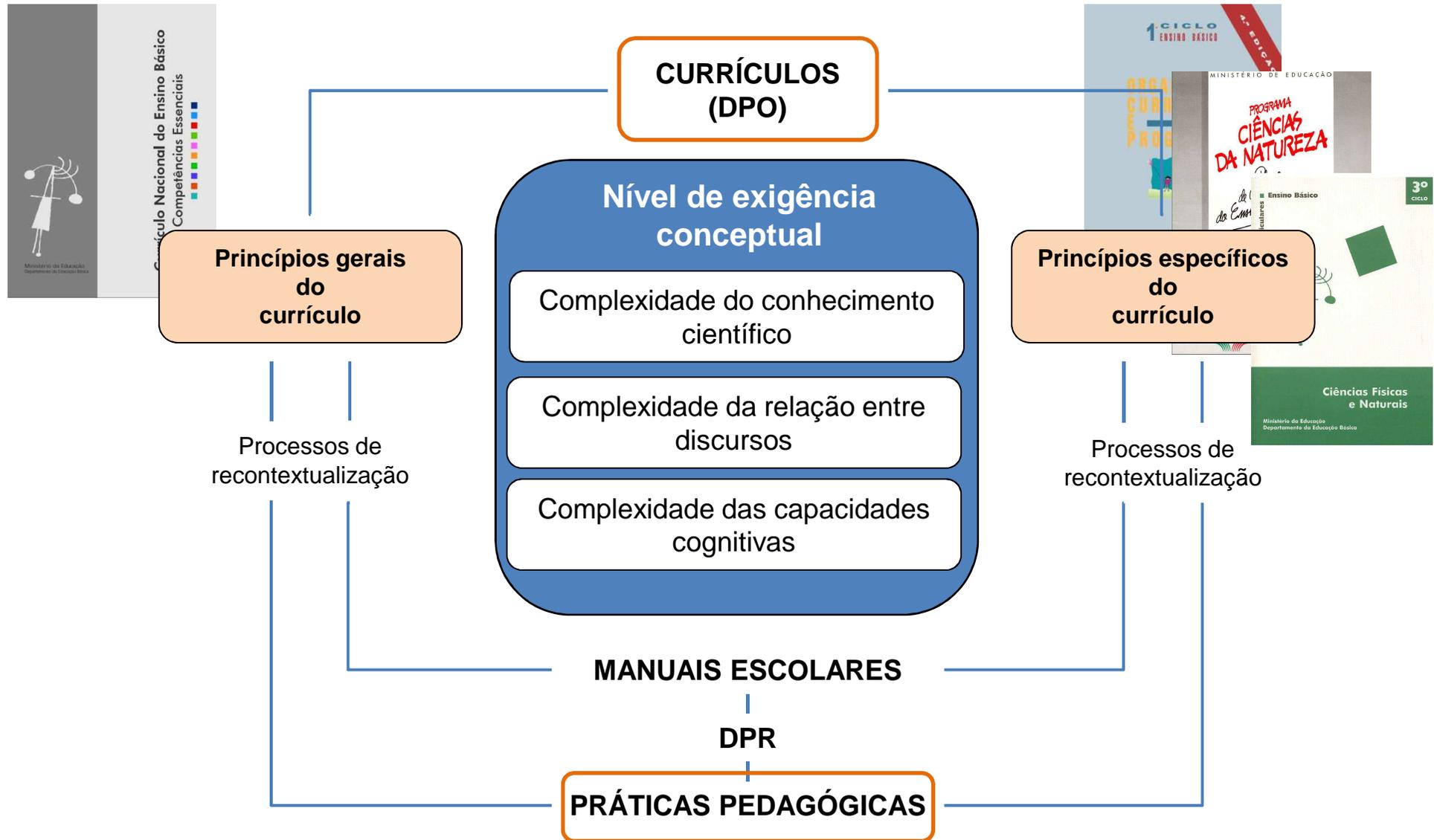
### **O que mostra a investigação?**

- 1º ciclo
- 2º ciclo
- 3º ciclo

### **Proposta de mudança**

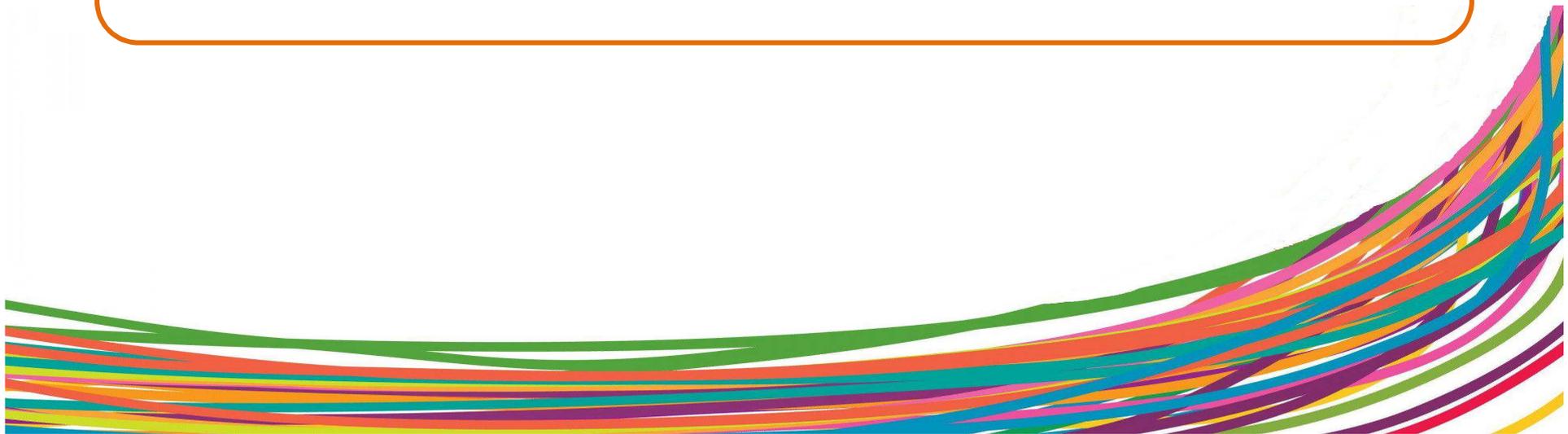
- Inter-relação  
fotossíntese/respiração

# Exigência conceptual e investigação no contexto educacional das ciências



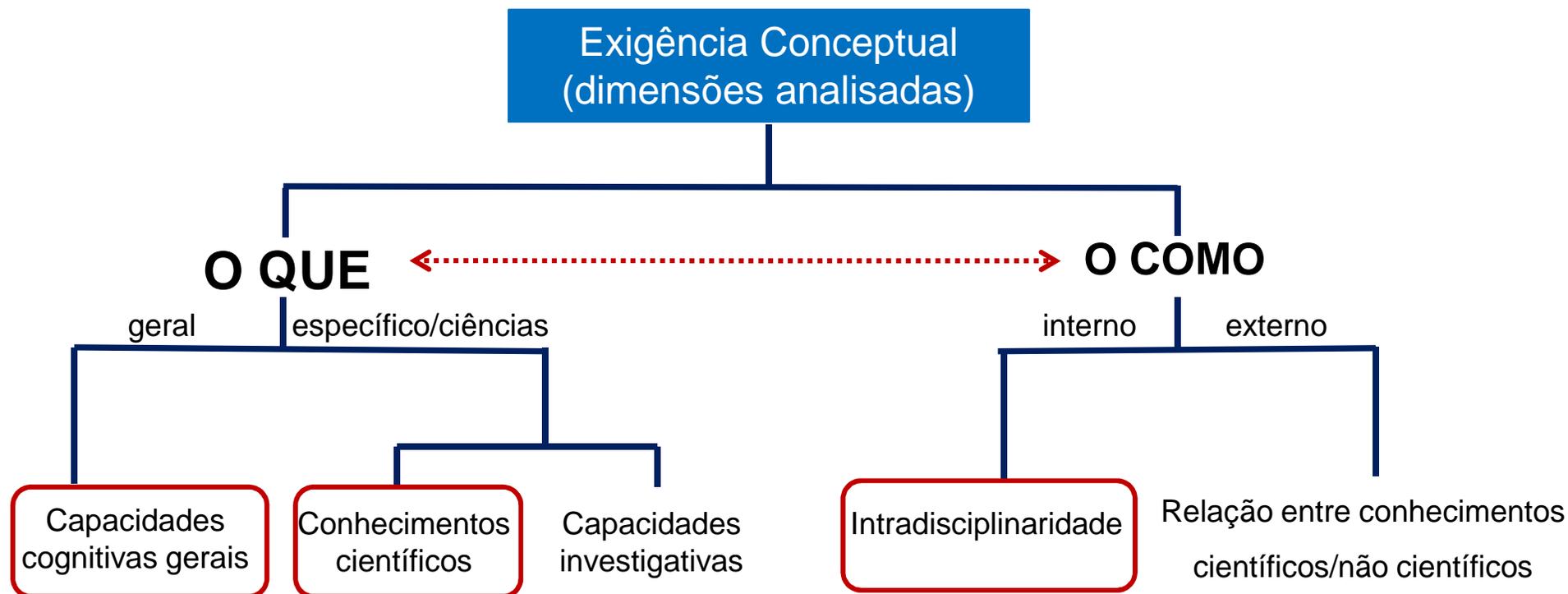
# CONCEPTUALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO E DAS CAPACIDADES EM CURRÍCULOS

**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.*

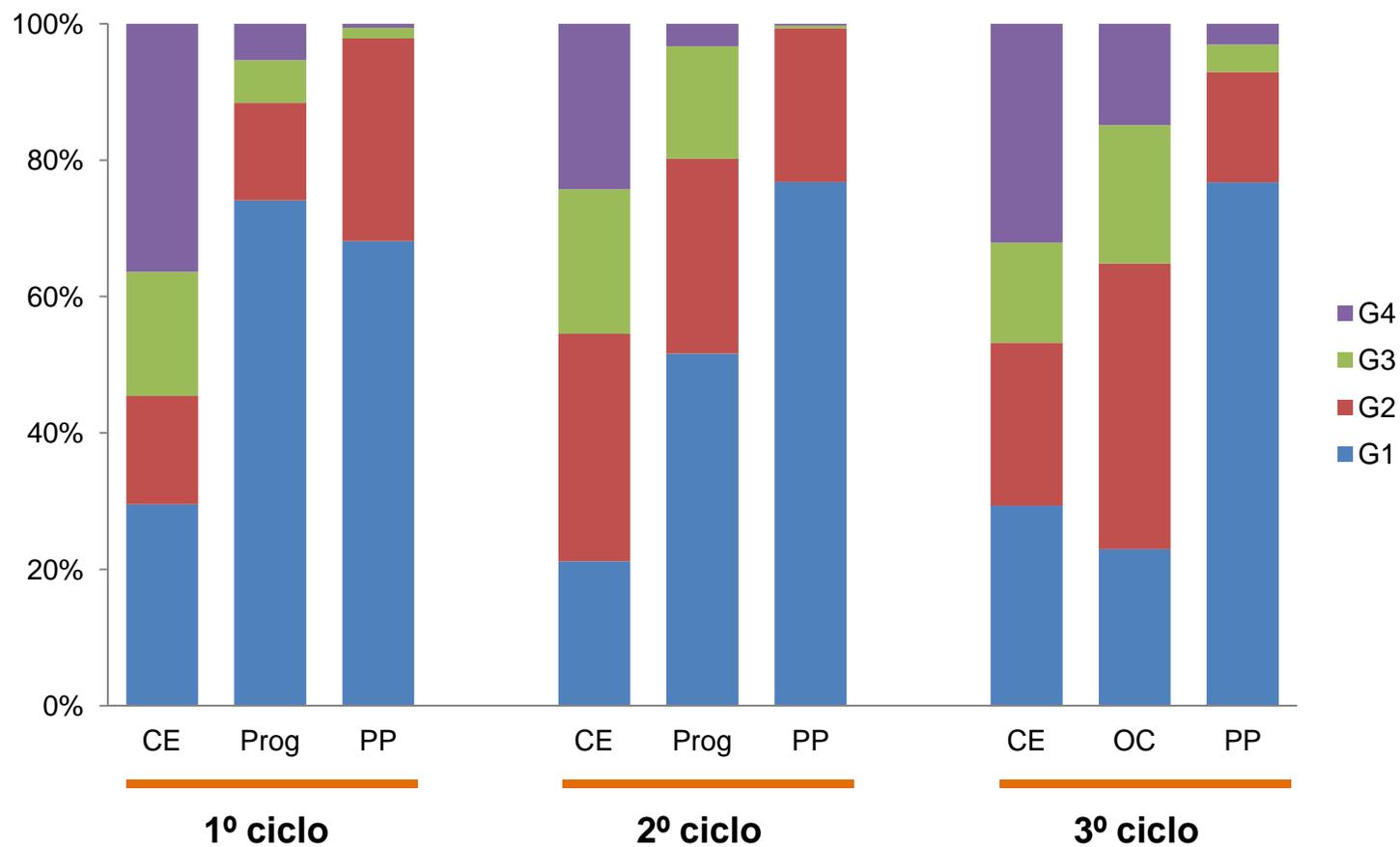
**Grau 3** – *Comenta a afirmação: “Os decompositores são fundamentais no equilíbrio dos ecossistemas”.*

**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

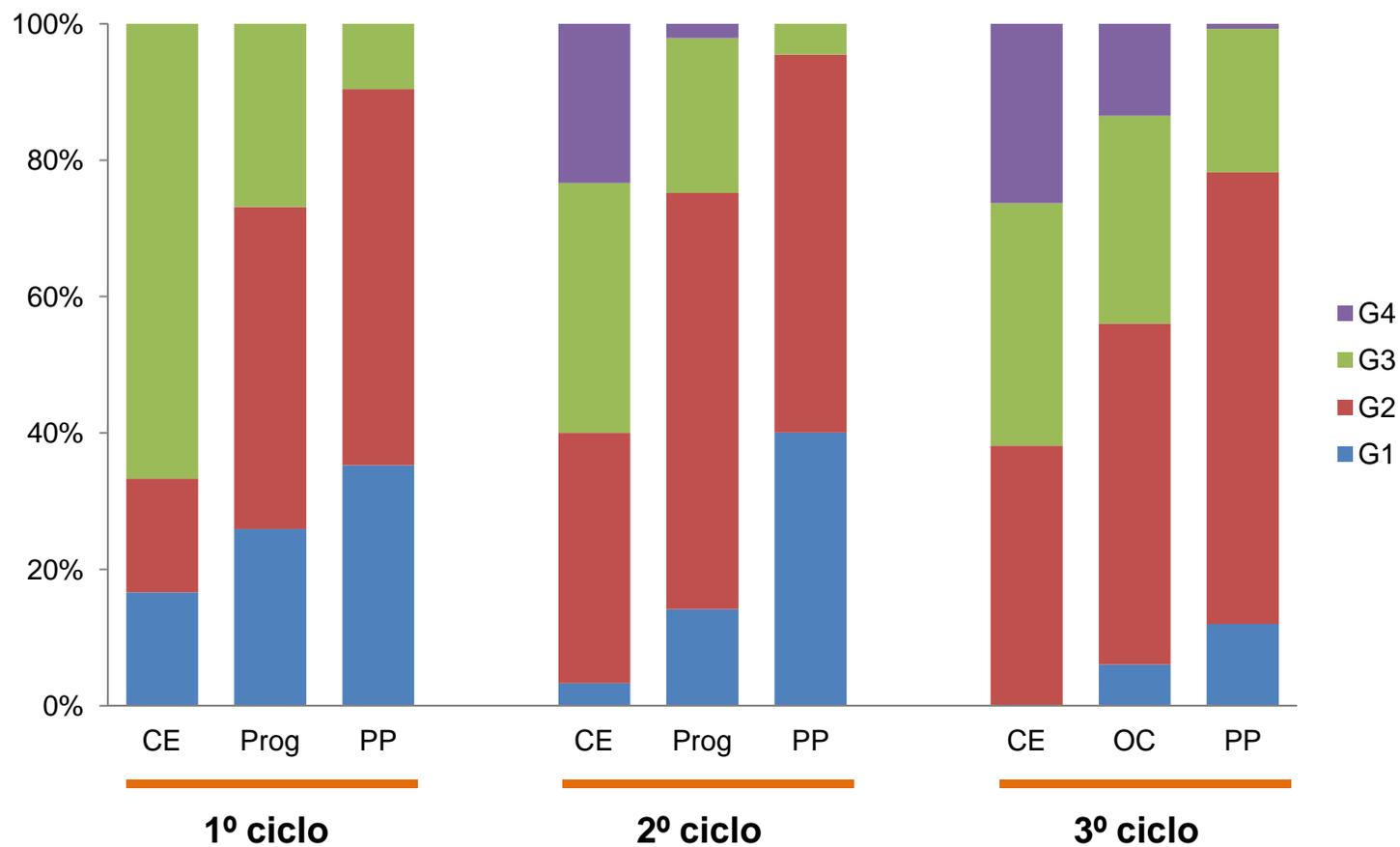
## Capacidades cognitivas



Afonso et al., 2013

# Resultados da investigação

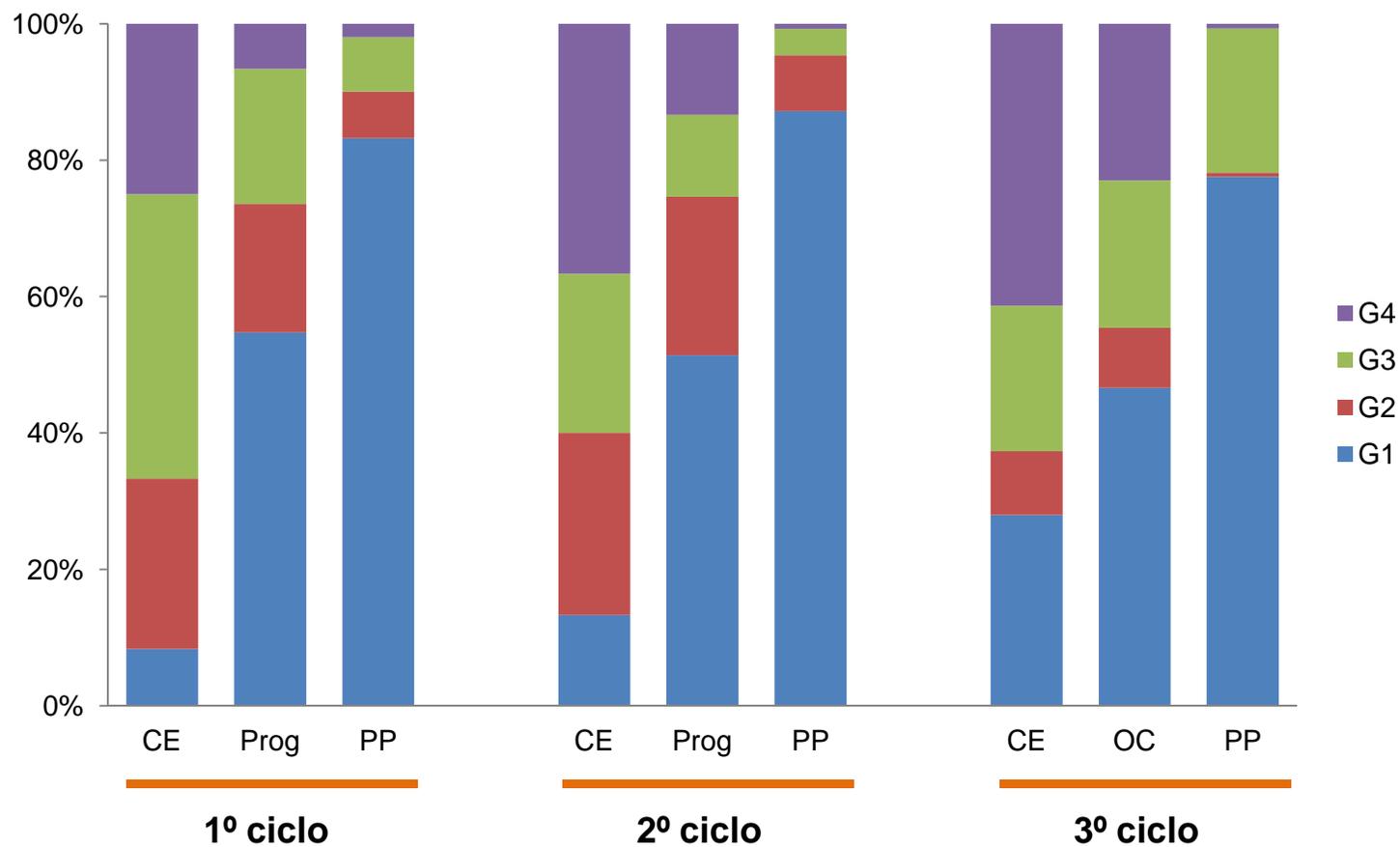
## Conhecimentos científicos



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.

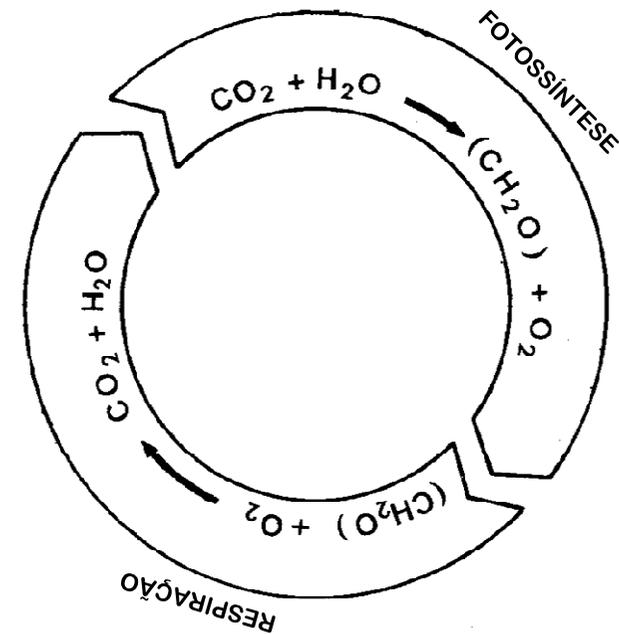
### *Principais conceitos:*

- 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.

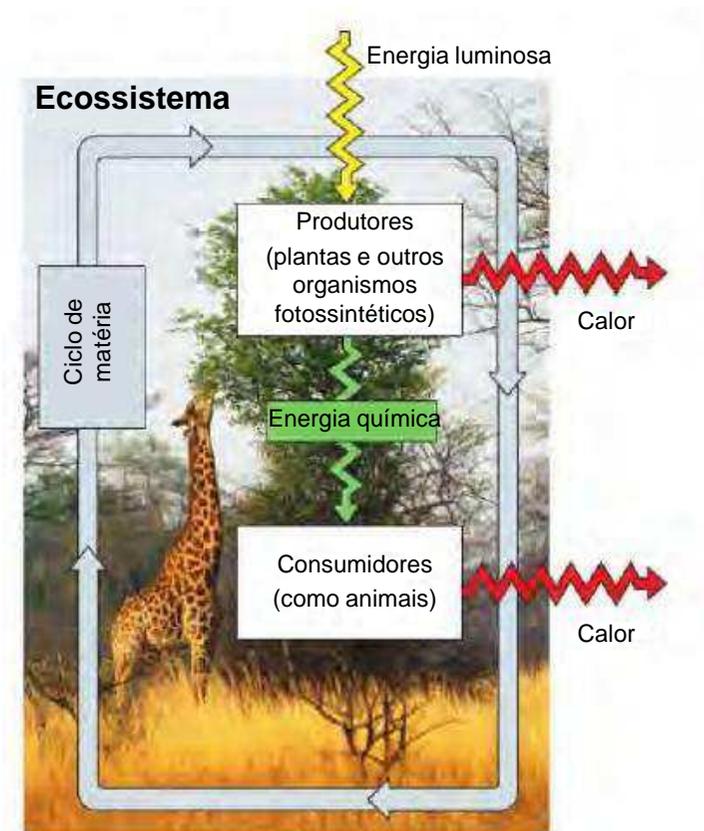


(Morais, Neves & Galhardo, 1983)

# 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.

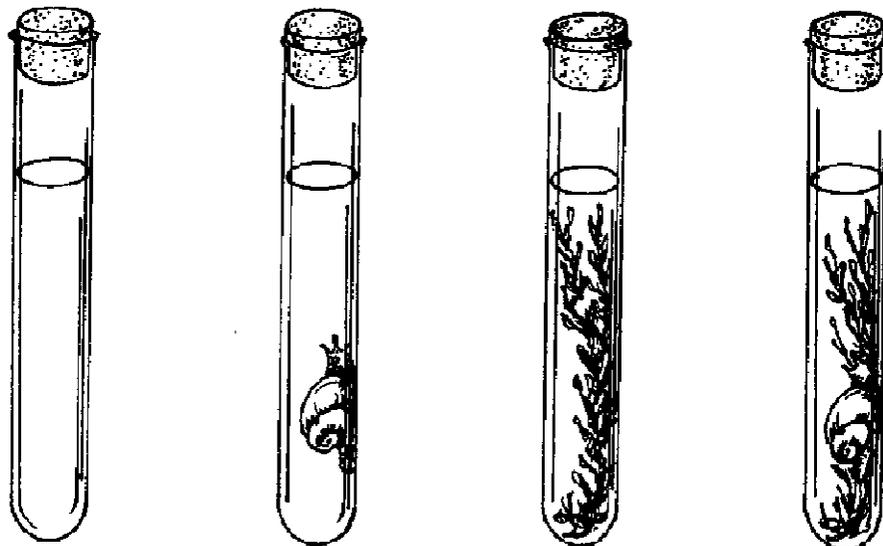


(Campbell & Reece, 2008)

# 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  $\text{CO}_2$  que toma a cor amarela quando o meio é ácido (presença de  $\text{CO}_2$ ) e azul quando o meio é básico (ausência de  $\text{CO}_2$ ).

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

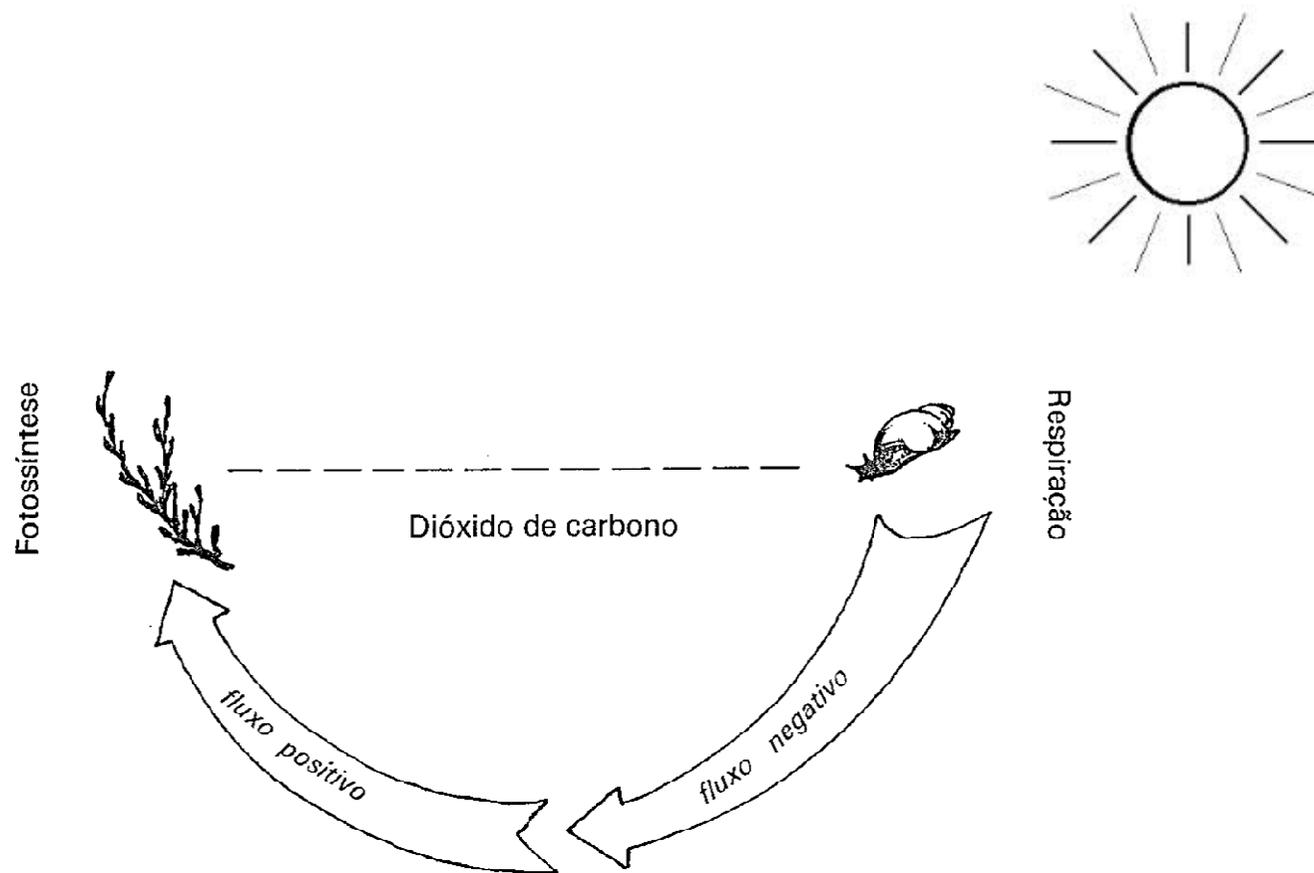
Nível de inquérito	Questão	Métodos	Interpretação dos resultados
1 (de confirmação)	X	X	X
2 (estruturado)	X	X	
3 (guiado)	X		
4 (aberto)			

X – informação fornecida pelo professor.

Bell et al., 2005

# Inter-relação fotossíntese/respiração

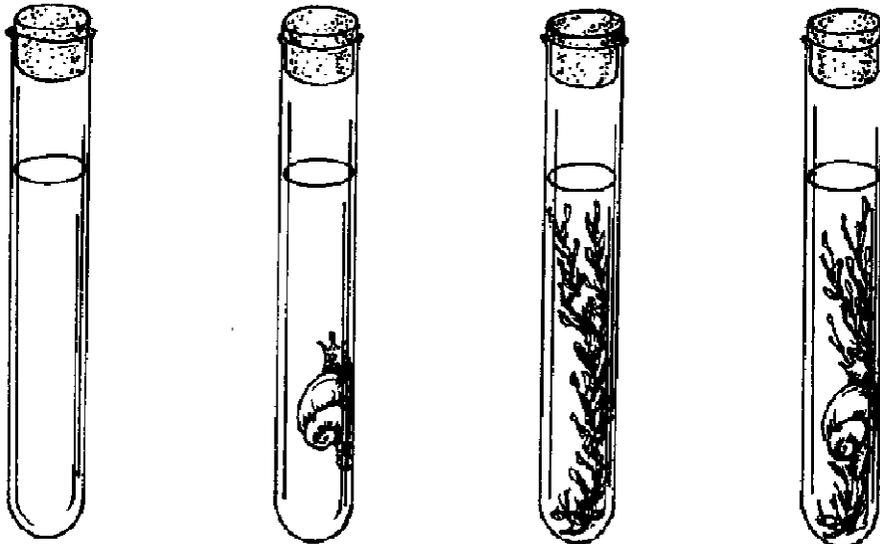
## 3º ciclo do EB – Atividade 1



# 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

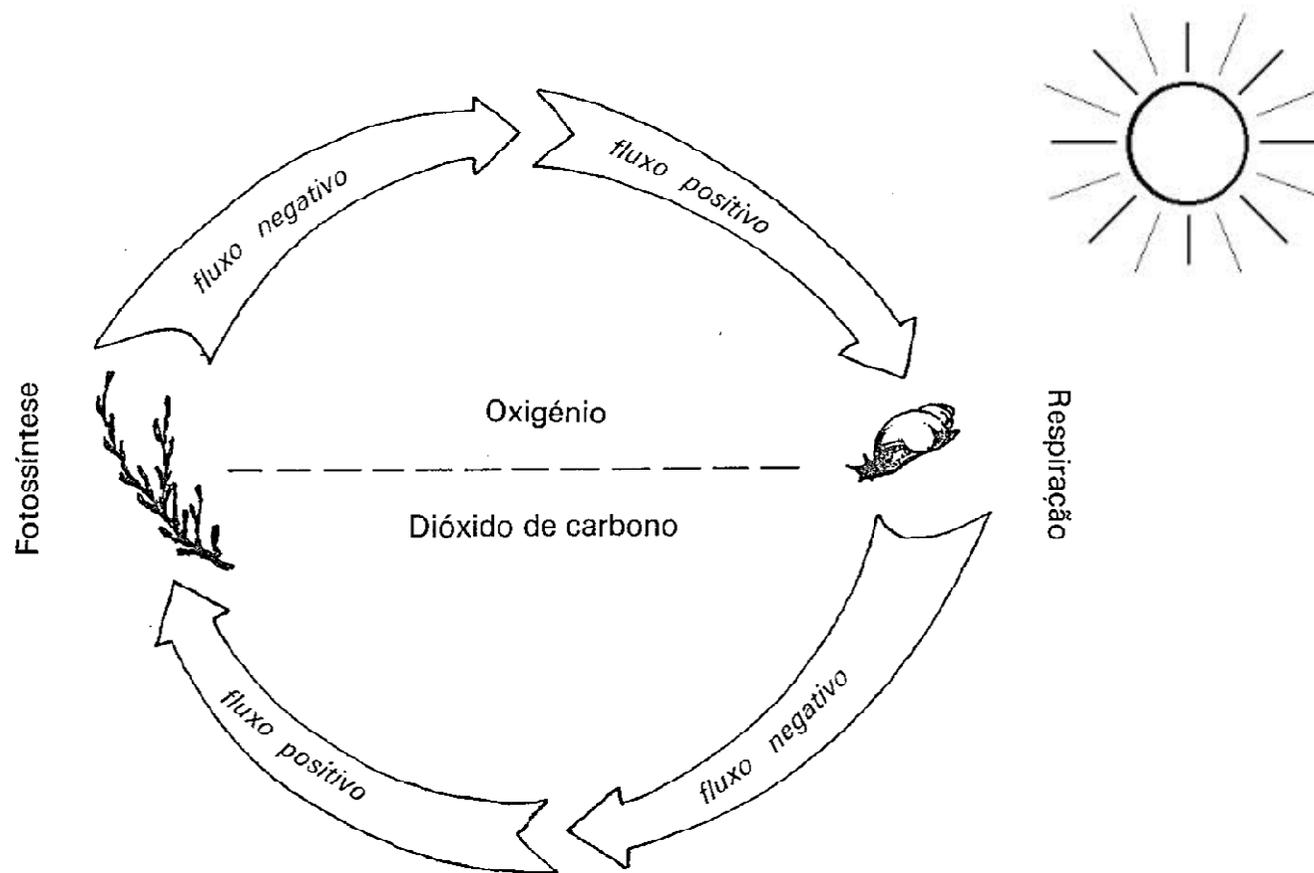
Tubo 4 – água + azul-de-metileno + caracol + planta

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

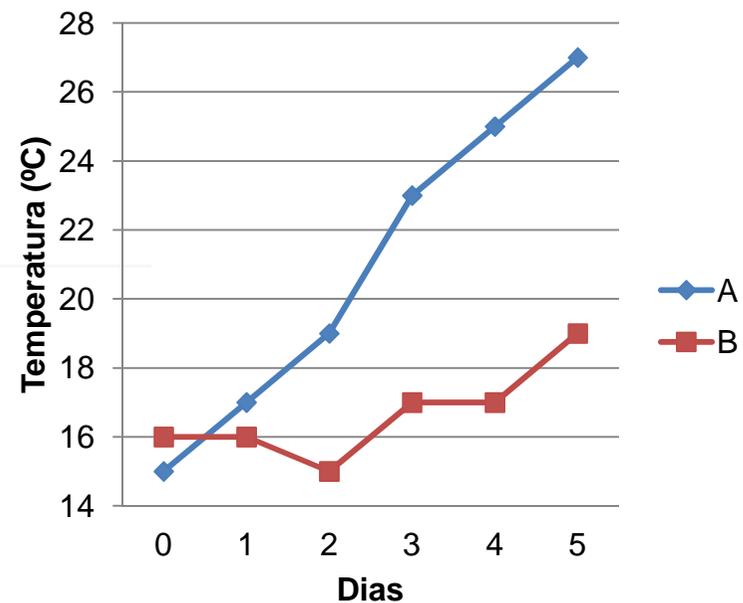
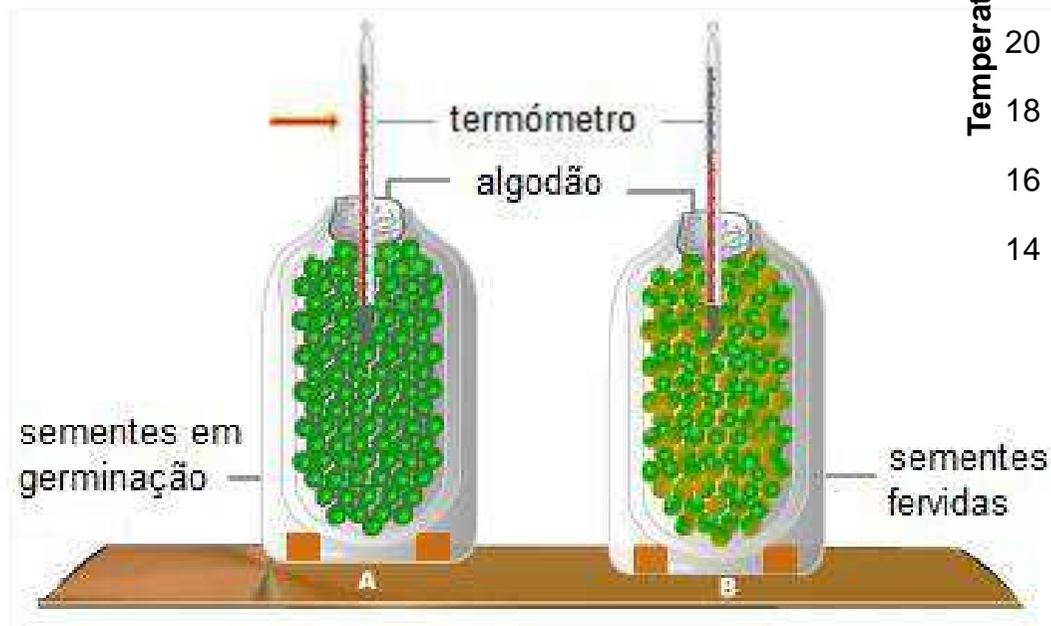
## 3º ciclo do EB – Conjunto das duas atividades



# Inter-relação fotossíntese/respiração

## 3º ciclo do EB

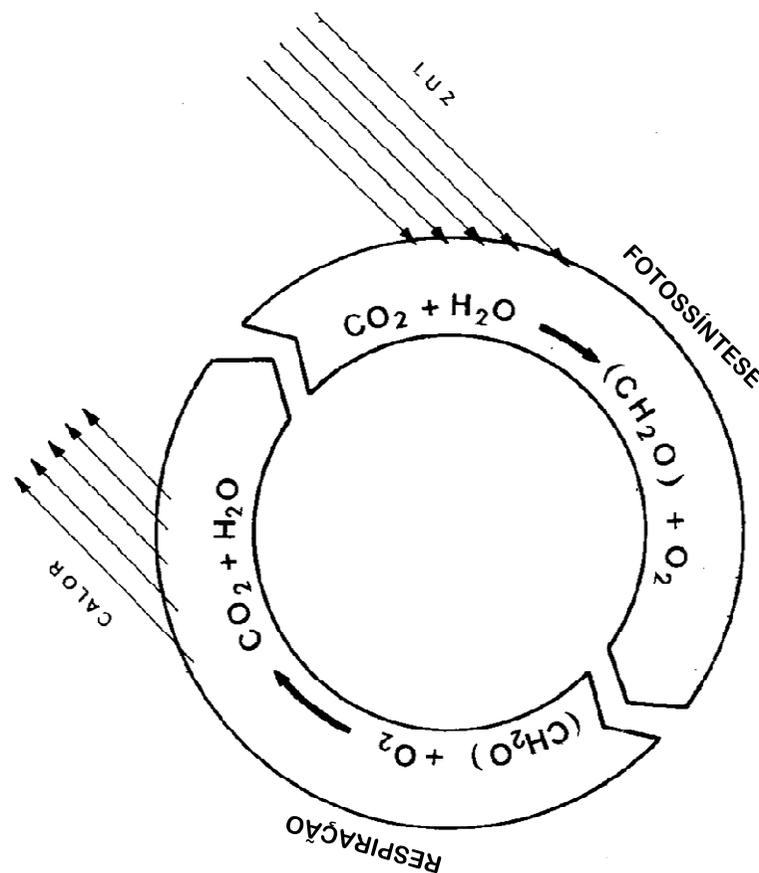
### 3. Atividade laboratorial



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 $\text{CO}_2$ e libertam o $\text{O}_2$ e, neste processo, fabricam matéria orgânica. <u>Respiração</u> : Os seres vivos utilizam $\text{O}_2$ e libertam $\text{CO}_2$ e, neste processo, asseguram a sua sobrevivência.	No estudo da diversidade de plantas e animais, relacionar a libertação de $\text{O}_2$ e o consumo de $\text{CO}_2$ com a fotossíntese e o consumo de $\text{O}_2$ e a libertação de $\text{CO}_2$ 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

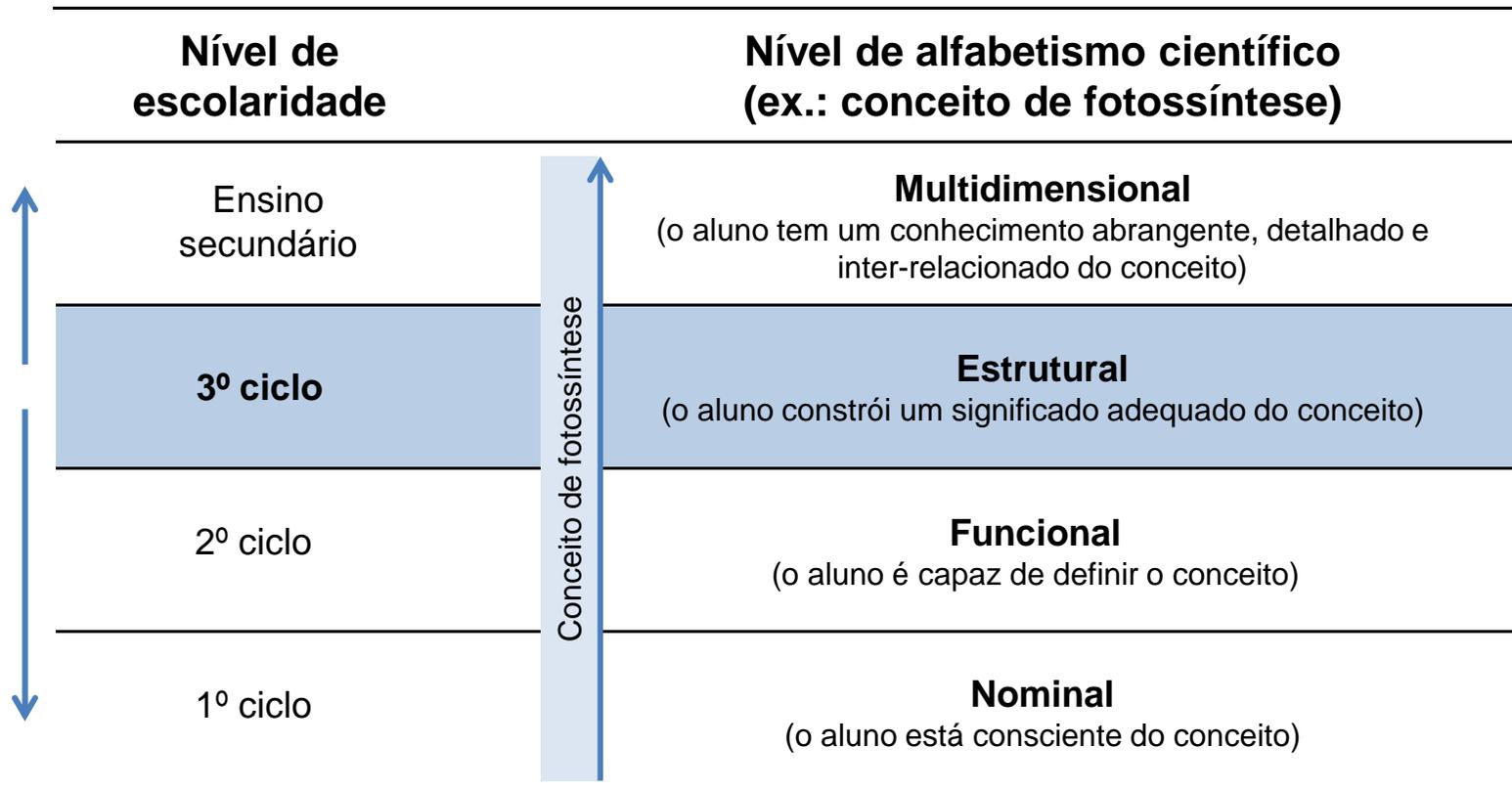
# Coerência curricular

## 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 CO<sub>2</sub>.</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)
<b>3º ciclo</b>	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>>.