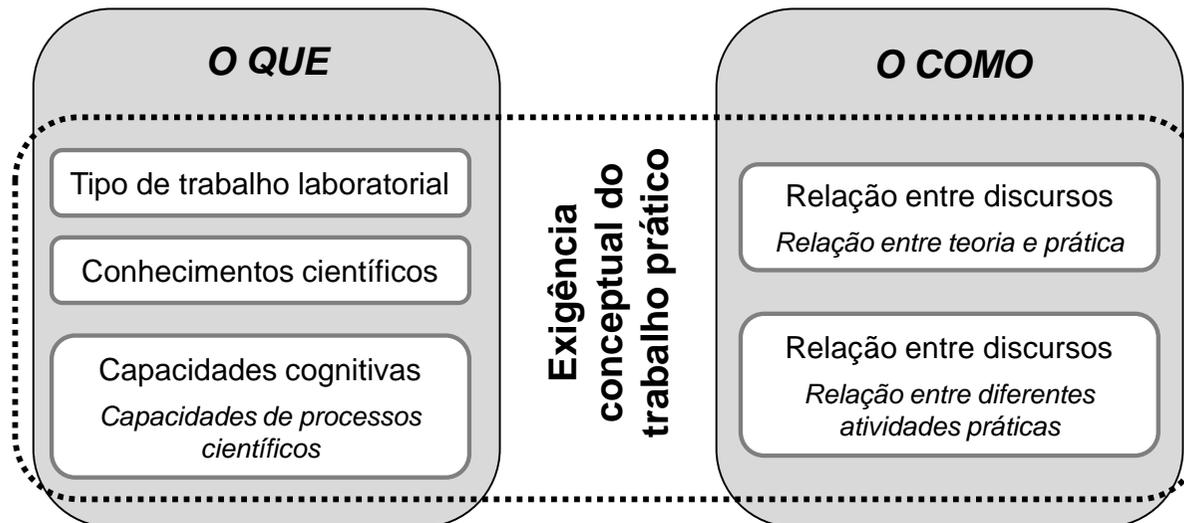


Seminário “Currículos de nível elevado no ensino das ciências: O trabalho prático na aprendizagem científica

12 de janeiro de 2015

Workshop “Análise de atividades laboratoriais”



Exigência conceptual: Nível de complexidade em educação científica traduzido pela complexidade do conhecimento científico e das relações entre conhecimentos distintos de uma dada disciplina científica e também pela complexidade das capacidades cognitivas.

Adaptado de: Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014). A exigência conceptual em currículos de ciências: Estudo do trabalho prático em Biologia e Geologia do ensino secundário. In A. M. Morais, I. P. Neves & S. Ferreira (Eds.), *Currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas: Estudo de processos de estabilidade e de mudança no sistema educativo* (pp.131-157). Lisboa: Edições Sílabo.

Morais, A. M., & Neves, I. P. (2012). Estruturas de conhecimento e exigência conceptual na educação em ciências. *Revista Educação, Sociedade & Culturas*, 37, 63-88.

2.3 Unidade 1 — OBTENÇÃO DE MATÉRIA¹

Que mecanismos garantem a obtenção de matéria pelos seres vivos?

RELAÇÃO ENTRE OS CONTEÚDOS CONCEPTUAIS E A QUESTÃO CENTRAL

1. Obtenção de matéria pelos seres heterotróficos

Os seres heterotróficos necessitam de obter matéria orgânica e não orgânica do seu meio exterior. A membrana celular constitui um importante elemento de controlo das substâncias que se movimentam do meio interno para o meio externo e vice-versa.

2. Obtenção de matéria pelos seres autotróficos.

Os seres autotróficos obtêm matéria orgânica produzindo-a através de um processo de síntese, recorrendo a diferentes fontes de energia. A membrana celular constitui um importante elemento de controlo do movimento de substâncias do meio interno para o meio externo e vice-versa.

Conteúdos conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras-chave	Número de aulas previstas
<p>1. Obtenção de matéria pelos seres heterotróficos</p> <p>1.1. Unicelularidade e pluricelularidade</p> <p>1.2. Ingestão, digestão e absorção</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Planificar e realizar atividades práticas. - Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, <i>internet...</i>) sobre estratégias de obtenção de matéria por diferentes seres heterotróficos. - Interpretar procedimentos experimentais simples. - Interpretar processos de transporte ao nível da membrana, de modo a compreender a sua importância para a manutenção da integridade celular. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valorizar processos críticos de seleção de informação. - Evitar transcrever de forma sistemática a informação recolhida para apresentação. - Reconhecimento de que a complexidade dos sistemas de obtenção de matéria resulta de processos de evolução. 	<ul style="list-style-type: none"> - O conceito de heterotrofia. - Os organelos envolvidos no movimento de substâncias através da membrana celular e no seu processamento no meio interno. - Os conceitos de endocitose e exocitose. - A distinção e complementaridade dos conceitos de ingestão, digestão e absorção - O estudo comparativo da digestão extracelular, em cavidades gastrovasculares (p.ex. hidra), em tubos digestivos incompletos (p.ex. planária) e completos de diferente complexidade (p. ex. minhoca e homem). 	<ul style="list-style-type: none"> - O estudo exaustivo da evolução histórica dos modelos da ultraestrutura da membrana celular. - O estudo pormenorizado da morfologia dos sistemas digestivos. 	<p>Seres heterotróficos</p> <p>Absorção</p> <p>Ultraestrutura da membrana celular</p> <p>Osmose</p> <p>Difusão</p> <p>Transporte facilitado</p> <p>Transporte ativo</p> <p>Ingestão</p> <p>Fagocitose</p> <p>Pinocitose</p> <p>Digestão intracelular</p> <p>Vacúolo digestivo</p> <p>Lisossoma</p> <p>Retículo endoplasmático</p> <p>Complexo de Golgi</p> <p>Enzima</p> <p>Digestão extracelular</p> <p>Cavidade gastrovascular</p> <p>Tubo digestivo</p>	5
<p>2. Obtenção de matéria pelos seres autotróficos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Organizar e interpretar dados sobre estratégias de obtenção de matéria. - Interpretar dados experimentais de modo a compreender que os seres autotróficos sintetizam matéria orgânica na presença de luz. 		<ul style="list-style-type: none"> - A noção de autotrofia - A importância dos processos de autotrofia na hierarquia alimentar dos ecossistemas - A fotossíntese como um processo de transformação de energia luminosa em 	<ul style="list-style-type: none"> - O estudo aprofundado das reações bioquímicas que se processam nas fases fotoquímica e química. 	<p>Seres autotróficos</p> <p>Fotossíntese</p>	4

Conteúdos conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras-chave	Número de aulas previstas
2.1 Fotossíntese. 2.2 Quimiossíntese.			energia química, que necessita da presença de pigmentos de captação de luz. - O cloroplasto, como organito no qual ocorre a fotossíntese. - Referência a organismos fotoautotróficos que não sejam plantas, e a organismos quimioautotróficos.	- O estudo da ultraestrutura do cloroplasto.	Cloroplasto Pigmentos fotossintéticos Quimiossíntese	

SUGESTÕES METODOLÓGICAS:

Organização de atividades de pesquisa e discussão orientadas por questões (p. ex. Que estratégias utilizam os seres heterotróficos para obter matéria?; Como mobilizar matéria do meio externo para o interno?; Como é que um ser resiste às suas próprias enzimas digestivas?; Que processos asseguram o transporte de substâncias através das membranas celulares?). A gestão dos trabalhos de pesquisa deve assegurar a análise e comparação de estratégias digestivas utilizadas por seres com diferentes graus de complexidade. Se possível deverão ser explorados casos de seres identificados nos locais estudados no Módulo Inicial.

O estudo dos processos de endo e exocitose deve incluir a interpretação de imagens (fotografias, vídeo ou observação *in vivo*) de microscopia ótica e atividades de discussão, esquematização e sistematização. Tal deverá permitir revisitado, reconstruir e enriquecer a conceção de célula do aluno.

No estudo dos processos de transporte ao nível da membrana celular, suas características, potencialidades e limitações, a ultraestrutura da membrana e a natureza das substâncias a transportar devem servir como fio articulador e integrador. O estudo destes conteúdos proporciona a planificação e execução de atividades laboratoriais simples, pelos alunos, que podem ser concebidas com diferentes graus de abertura. Como exemplo sugere-se a observação e interpretação, em tempo real, de variações do volume vacuolar de células vegetais (epitélio do bolbo da cebola, epiderme de pétalas... ao MOC) em função da variação da concentração do meio (soluções aquosas de cloreto de sódio, de glicose...). A utilização de células vegetais com vacúolos corados (pétalas de *Pelargonium*, por exemplo) evita a necessidade de recorrer a processos de coloração específica. No entanto, a necessidade de corar vacúolos com vermelho neutro, permite aprofundar procedimentos básicos de microscopia.

O planeamento e execução de procedimentos laboratoriais, de cariz experimental, que permitam recolher evidências sobre a síntese de matéria orgânica pelos seres autotróficos em presença da luz e detectar (extrair e separar) a presença de pigmentos fotossintéticos. Com material simples poder-se-ão realizar as seguintes atividades: identificação do amido com soluto de lugol, maceração de estruturas fotossintéticas (em algas e/ou plantas), solubilização de pigmentos em álcool (evitar a utilização de solventes tóxicos) e cromatografia em papel.

Recomenda-se a pesquisa, sistematização e discussão de dados relativos a processos de quimiossíntese.

¹ Departamento do Ensino Secundário (2001). *Programa de Biologia e Geologia – 10º ou 11º anos* (pp.80-81). Lisboa: Ministério da Educação.

QUAL A INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DO MEIO EXTRACELULAR NO COMPORTAMENTO DE CÉLULAS?**Material**

- Lâminas e lamelas
- Conta-gotas
- Pinça
- Papel de filtro
- Marcadores
- Solução de cloreto de sódio a 12%
- Microscópio óptico
- Água destilada
- Material fresco, por exemplo: flores vermelhas de sardineira; flores vermelhas de tília; flores de violeta-africana; folha de couve-vermelha; etc.

Modo de proceder

1. Utilizando a pinça, ou mesmo uma unha, destaque dois fragmentos da epiderme da página superior dos órgãos que seleccionar.
2. Monte um dos fragmentos numa gota de água destilada, entre lâmina e lamela. Marque a lâmina com a letra A.
3. Monte o outro fragmento entre lâmina e lamela numa gota de solução de cloreto de sódio a 12%. Marque a lâmina com a letra B.
4. Observe as duas preparações ao microscópio e esquematize as suas observações. Procure legendar os esquemas.
5. Coloque uma ou duas gotas de água destilada sobre a lâmina B, junto a um dos bordos laterais da lamela. Do lado do bordo oposto, com papel de filtro, absorva o líquido de montagem. Deste modo, substituirá a solução de cloreto de sódio por água destilada. Se necessário, repita este procedimento.
6. Observe durante alguns minutos e registe as alterações que vai notando.

Discussão

- **Considerando que a cor das pétalas é devida à presença de certos pigmentos dispersos no suco vacuolar, como interpreta as diferenças entre A e B?**
- **Explique as alterações observadas em 6.**

Fonte: Manual *Terra, Universo de Vida – Biologia*, 10º ano, Porto Editora (Silva et al., 2007, p.56).

Atividade laboratorial de Biologia e Geologia de 10º ano Unidade ‘Obtenção de matéria’	Análise	
	Complexidade das capacidades de processos científicos (Instrumento 1)	Relação entre teoria e prática (Instrumento 2)
Opção A		
<p>O movimento da água através da membrana celular está dependente da concentração do meio interno e do meio externo. Considere os seguintes dados: Se colocarmos um ramo de sardinha em água salgada, ela murcha e morre passado pouco tempo. De igual modo, se transferirmos algas marinhas para um aquário de água doce, elas não resistem à mudança de meio. Porque será que estas situações acontecem?</p> <p>Através da atividade laboratorial que irá realizar, obterá mais dados que o ajudarão a responder a esta questão.</p> <p><i>Material e procedimento do manual do aluno (ver página 4)</i></p> <p>Discussão:</p> <p>a. Qual ou quais as variáveis em estudo nesta experiência?</p> <p>b. Indique as diferenças observadas em A e B.</p> <p>c. Indique as alterações observadas na etapa 6.</p> <p>d. Com base nos resultados obtidos na experiência, explique por que razão as plantas morrem quando colocadas num meio com uma concentração salina diferente da do seu meio habitual.</p>	<i>Não se aplica</i>	
Opção B		
<p>Os seres vivos dependem da água para a sua sobrevivência, uma vez que é uma substância que intervém em muitas funções celulares. No entanto, não é indiferente para os seres vivos se a água é salgada ou é doce. Considere os seguintes dados: Se colocarmos um ramo de sardinha em água salgada, ela murcha e morre passado pouco tempo. De igual modo, se transferirmos algas marinhas para um aquário de água doce, elas não resistem à mudança de meio.</p> <p>Estas duas situações permitem colocar o seguinte problema: Por que razão as plantas morrem quando colocadas num meio com uma concentração salina diferente da do seu meio habitual?</p> <p>Através da atividade laboratorial que irá realizar, obterá mais dados que o ajudarão a responder a este problema.</p> <p><i>Material e procedimento do manual do aluno (ver página 4)</i></p>		

Atividade laboratorial de Biologia e Geologia de 10º ano
Unidade ‘Obtenção de matéria’

Análise

Complexidade das
capacidades de
processos científicos
(Instrumento 1)

Relação entre teoria e
prática
(Instrumento 2)

Discussão:

- Qual ou quais as variáveis em estudo nesta experiência?
- Explique as diferenças observadas em A e B.
- Explique as alterações observadas na etapa 6.
- Com base nos resultados obtidos na experiência, responda ao problema.

Opção C

Os seres vivos dependem da água para a sua sobrevivência, uma vez que é uma substância que intervém em muitas funções celulares. No entanto, não é indiferente para os seres vivos se a água é salgada ou é doce. Considere os seguintes dados: Se colocarmos um ramo de sardineira em água salgada, ela murcha e morre passado pouco tempo. De igual modo, se transferirmos algas marinhas para um aquário de água doce, elas não resistem à mudança de meio.

- Qual o problema que estas duas situações lhe sugerem?
- Formule uma hipótese que responda a esse problema.
Através da atividade laboratorial que irá realizar, terá a possibilidade de testar a hipótese formulada.

Material e procedimento do manual do aluno (ver página 4)

Discussão:

- Explique as diferenças observadas em A e B.
- Explique as alterações observadas na etapa 6.
- Avalie se a sua hipótese foi apoiada ou rejeitada? Justifique.
- Com base nos resultados obtidos na experiência, comente a seguinte afirmação: “A membrana celular constitui um importante elemento de controlo das substâncias que se movimentam do meio interno para o meio externo e vice-versa”.

INSTRUMENTO 1: COMPLEXIDADE DAS CAPACIDADES COGNITIVAS

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
São referidas capacidades cognitivas com um baixo nível de complexidade, envolvendo processos que implicam adquirir e armazenar informação ¹ e compreender mensagens instrucionais simples ² .	São referidas capacidades cognitivas com um nível de complexidade superior ao grau 1, como compreender mensagens instrucionais complexas ³ e aplicar a um nível baixo ⁴ .	São referidas capacidades cognitivas com um nível de complexidade superior ao grau 2, envolvendo as capacidades de aplicar, a um nível elevado ⁵ , e de analisar ⁶ .	São referidas capacidades cognitivas com um nível de complexidade muito elevado, como as capacidades de avaliar ⁷ e de criar ⁸ .

Adaptado de: Afonso, M., Alveirinho, D., Tomás, H., Calado, S., Ferreira, S., Silva, P., & Alves, V. (2013). *Que ciência se aprende na escola? Uma avaliação do grau de exigência no ensino básico em Portugal*. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos.

Notas:

¹ Categoria **memorizar**: envolve a evocação de conhecimento da memória de longo prazo e inclui os processos cognitivos de reconhecer e recordar.

² Categoria **compreender**: envolve a construção de significado de mensagens instrucionais, incluindo comunicação oral, escrita e gráfica. O grau 1 inclui os processos cognitivos de clarificar e exemplificar.

³ No grau 2, a categoria compreender inclui os processos cognitivos de classificar, resumir, inferir, comparar e explicar.

⁴ Categoria **aplicar**: envolve o desenvolvimento ou utilização de informação numa determinada situação. O grau 1 inclui o processo cognitivo de executar.

⁵ No grau 3, a categoria aplicar inclui o processo cognitivo de implementar (aplicar um procedimento a uma tarefa que não é familiar).

⁶ Categoria **analisar**: envolve discriminar os vários elementos constituintes da informação e determinar como esses elementos se relacionam entre si e com a estrutura/finalidade global. Inclui os processos cognitivos de diferenciar, organizar e desconstruir.

⁷ Categoria **avaliar**: envolve fazer julgamentos com base em critérios e padrões. Inclui os processos cognitivos de testar e de criticar.

⁸ Categoria **criar**: envolve a associação de elementos para formar um todo coerente ou funcional ou a reorganização de elementos num novo padrão ou estrutura. Inclui os processos cognitivos de formular hipóteses, planificar e produzir.

Adaptado de: Anderson, L. W., Krathwohl, D. (Eds.), Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., Raths, J., & Wittrock, M. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Nova Iorque: Longman.

EXEMPLOS DE CAPACIDADES COGNITIVAS
CAPACIDADES DE PROCESSOS CIENTÍFICOS

CAPACIDADES COGNITIVAS SIMPLES				CAPACIDADES COGNITIVAS COMPLEXAS			
Grau 1		Grau 2		Grau 3		Grau 4	
Memorizar	Compreender (simples)	Compreender (complexa)	Aplicar (simples)	Aplicar (complexa)	Analisar	Avaliar	Criar
Indicar	Observar	Comentar (1)	Mobilizar (1)	Aplicar	Comentar (2)	Argumentar	Explicar (2)
Ler tabelas/ gráficos	(gráficos/ tabelas, procedimentos e resultados experimentais)	Construir esquemas/ gráficos		Mobilizar (2)	Controlar variáveis	Avaliar	Formular hipóteses
Medir		Explicar (1)			Inferir (2)	Criticar	Formular problemas
		Identificar variáveis			Interpretar dados (2)	Julgar	Planear e realizar atividades
		Inferir (1)			Investigar (pesquisar, selecionar e organizar informação)	Prever (2)	laboratoriais investigativas
		Interpretar dados (1)			Pesquisar	Resolver problemas	Planear e/ou realizar projetos
		Registrar			Questionar	Tomar decisões	
		Prever (1)					

(1) Capacidade incluída em dois graus diferentes. A sua classificação neste grau terá em consideração a menor complexidade do processo cognitivo envolvido.

(2) Capacidade incluída em dois graus diferentes. A sua classificação neste grau terá em consideração a maior complexidade do processo cognitivo envolvido.

Adaptado de: Afonso, M., Alveirinho, D., Tomás, H., Calado, S., Ferreira, S., Silva, P., & Alves, V. (2013). *Que ciência se aprende na escola? Uma avaliação do grau de exigência no ensino básico em Portugal*. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos.

INSTRUMENTO 2: RELAÇÃO ENTRE TEORIA E PRÁTICA

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
<p>Contemplam apenas conhecimento declarativo¹ ou apenas conhecimento processual².</p>	<p>Contemplam quer conhecimento declarativo, quer conhecimento processual, mas não há o estabelecimento de uma relação entre eles.</p>	<p>Contemplam uma relação entre conhecimento declarativo e conhecimento processual. Contudo, centram-se ou em conhecimento declarativo ou em conhecimento processual.</p>	<p>Contemplam uma relação entre conhecimento declarativo e conhecimento processual. Nesta relação, a teoria e a prática têm igual estatuto.</p>

Adaptado de: Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014). A exigência conceptual em currículos de ciências: Estudo do trabalho prático em Biologia e Geologia do ensino secundário. In A. M. Morais, I. P. Neves & S. Ferreira (Eds.), *Currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas: Estudo de processos de estabilidade e de mudança no sistema educativo* (pp.131-157). Lisboa: Edições Sílabo.

Notas:

¹ O **conhecimento declarativo**, também denominado por conhecimento substantivo, corresponde ao conhecimento de termos, factos, conceitos e teorias específicos de uma determinada disciplina (e.g., Anderson et al., 2001).

² O **conhecimento processual** corresponde não só ao conhecimento de como fazer algo, de técnicas e métodos específicos de uma determinada disciplina, mas também ao conhecimento dos processos científicos (Anderson et al., 2001; Chi & Ohlsson, 2005; Roberts, Gott & Glaesser, 2010). No caso da disciplina de Biologia e Geologia, o conhecimento processual envolve, por exemplo, o conhecimento de como identificar as variáveis independentes, o conhecimento de como planificar uma atividade laboratorial investigativa e ainda o conhecimento de como utilizar o microscópio ótico composto.

Anderson, L. W., Krathwohl, D. (Eds.), Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., Raths, J., & Wittrock, M. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Nova Iorque: Longman.

Chi, M., & Ohlsson, S. (2005). Complex declarative learning. In K. J. Holyoak & R. G. Morrisin (Eds.), *Cambridge handbook of thinking and reasoning* (pp. 371-399). New York: Cambridge University Press.

Roberts, R., Gott, R., & Glaesser, J. (2010). Students' approaches to open-ended science investigation: The importance of substantive and procedural understanding. *Research Papers in Education*, 25(4), 377-407.

**Análise da formulação de problemas,
com base na opção C da atividade laboratorial**

A. Considere os seguintes *problemas* formulados por alunos na resposta à *alínea a*:

- (1) O que acontece às plantas quando são colocadas em meio diferente do seu meio habitual?
- (2) Por que razão as plantas morrem quando colocadas num meio com uma concentração salina diferente da do seu meio habitual?
- (3) Será que as plantas conseguem sobreviver quando mudam de meio?

Avalie estes problemas, tendo em conta (a) a sua adequação à situação apresentada e (b) a sua formulação.

**Análise da formulação de hipóteses,
com base na opção C da atividade laboratorial**

B. Considere as seguintes hipóteses formuladas por alunos na resposta ao problema “Por que razão as plantas morrem quando colocadas num meio com uma concentração salina diferente da do seu meio habitual”?:

- (1) As plantas morrem porque não estão no seu meio habitual.
- (2) Será que as plantas morrem porque existem ganhos ou perdas de água através da membrana celular?.
- (3) As plantas morrem porque, devido a processos de osmose através da membrana celular, ocorre um desequilíbrio entre os meios intra e extracelular.

Avalie estas hipóteses, tendo em conta (a) a sua adequação ao problema e (b) a sua formulação.

PROCESSOS CIENTÍFICOS

Formular problemas

O problema, que toma normalmente a forma de uma questão, é o ponto de partida para a investigação. A partir daí é preciso fazer uma antevisão de todo o conjunto de materiais e procedimentos a pôr em prática, tendo em vista a obtenção de resposta à questão que o problema coloca.

Afonso, 2008

O problema deve estar formulado em termos de uma questão investigável.

BSCS, 2009; Harlen, 1993

Formular hipóteses

Uma hipótese consiste numa resposta provisória a problemas ou questões que podem ser investigados e baseia-se em conhecimento anterior.

Afonso, 2008; BSCS,2003

Na formulação de hipóteses é necessário identificar:

- os elementos do problema;
- os aspetos fundamentais da situação em estudo;
- a relevância da hipótese em relação ao problema;
- a precisão dos termos em que é colocada a hipótese e se é testável.

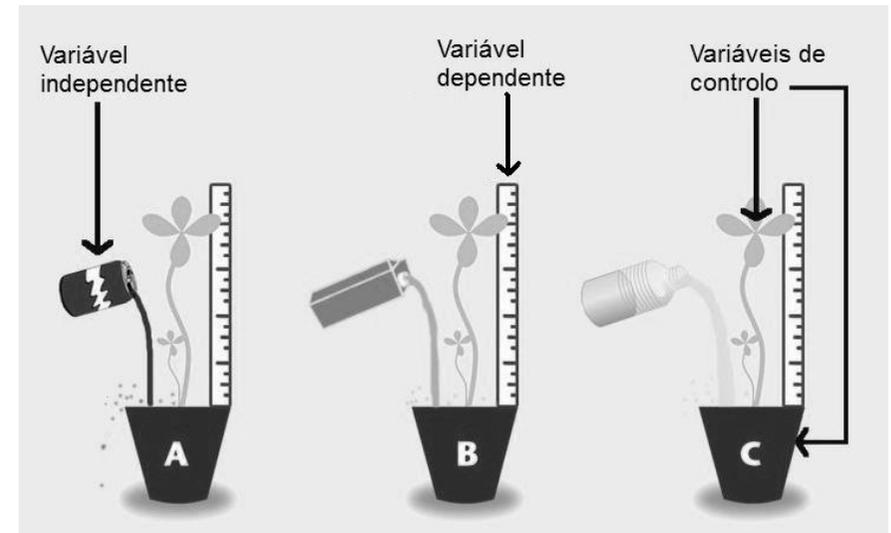
Afonso, 2008

Identificar e controlar variáveis

As variáveis correspondem a condições que potencialmente podem afetar o desenrolar de um fenómeno ou acontecimento e, por isso, podem interferir nos resultados.

Na realização de experiências é necessário definir previamente quais as variáveis a controlar (variáveis de controlo), a manipular (variável independente) e a estudar e analisar a evolução (variável dependente).

Afonso, 2008; BSCS, 2003



Afonso, M. M. (2008). *A educação científica no 1º ciclo do Ensino Básico: Das teorias às práticas*. Porto: Porto Editora.

BSCS (Biological Sciences Curriculum Studies) (2003). *Biology: A human approach teacher's handbook (2ª ed.)*. Dubuque, Iowa: Kendall.

BSCS (Biological Sciences Curriculum Studies) (2009). *The Biology teacher's handbook (4ª ed.)*. Arlington, VA: NSTA Press.

Harlen, W. (1993). *Teaching and learning primary science*. Londres: Paul Chapman.