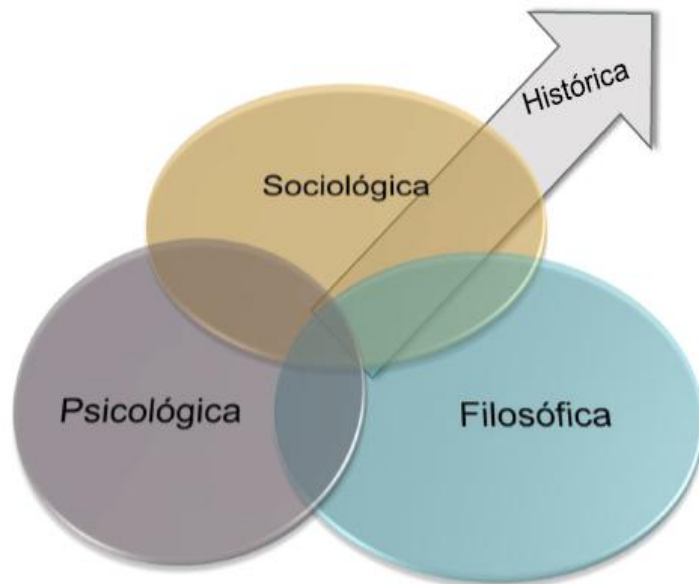


Seminário “Currículos de nível elevado no ensino das ciências: Construção da ciência e literacia científica

Workshop “Análise de currículos e de manuais escolares”



Dimensões da construção da ciência

Dimensão Filosófica: Caracteriza a ciência no seu aspeto dinâmico e dá ênfase aos processos investigativos de trabalho, usados pelos cientistas, como elementos de metodologias próprias (ex., a observação, a experimentação, a teorização) destinadas a obter informação fidedigna (confiável) acerca do mundo natural.

Dimensão Psicológica: Refere-se às características psicológicas dos cientistas que influenciam o seu trabalho.

Dimensão Sociológica: Refere-se às relações entre os membros da comunidade científica (sociologia interna) e às inter-relações que estabelecem com a sociedade em geral (sociologia externa).

Dimensão Histórica: Realça o carácter de “arquivo” da ciência e confere-lhe uma perspetiva de atividade dinâmica que progride ao longo do tempo.

Adaptado de:

Saraiva, L. (2015). *Ensino das ciências na formação inicial de professores do 1º ciclo do ensino básico: Contributos para uma mudança nas conceções sobre ciência e ensino das ciências*. Tese de Doutoramento, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (em desenvolvimento).

Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies – The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Ziman, J. (2000). *Real science – What is, and what it means*. Cambridge: Cambridge University Press.

Biologia e Geologia de 11º ano**EXCERTO DO PROGRAMA DA DISCIPLINA**

Unidade 7 – Evolução biológica		Análise		
Extrato de texto	Localização no programa	Dimensões da construção da ciência e respetivos conhecimentos (Instrumento 1 – exemplos)	Complexidade dos conhecimentos metacientíficos (Instrumento 1)	Relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos (Instrumento 2)
1 Discutir a origem da multicelularidade tendo em conta a progressiva especialização morfofisiológica dos seres coloniais.	<i>Conteúdos procedimentais (p.12)</i>			
2 Valorização do conhecimento da história da ciência para compreender as perspetivas atuais.	<i>Conteúdos atitudinais (p.12)</i>			
3 Reconhecimento do carácter provisório dos conhecimentos científicos, bem como da importância epistemológica das hipóteses.	<i>Conteúdos atitudinais (p.12)</i>			

Unidade 7 – Evolução biológica

Análise

<p>Extrato de texto</p>	<p>Localização no programa</p>	<p>Dimensões da construção da ciência e respectivos conhecimentos (Instrumento 1 – exemplos)</p>	<p>Complexidade dos conhecimentos metacientíficos (Instrumento 1)</p>	<p>Relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos (Instrumento 2)</p>
<p>4 Reconhecimento de que o avanço científico-tecnológico é condicionado por contextos (ex. socioeconômicos, religiosos, políticos...), geradores de controvérsias, que podem dificultar o estabelecimento de posições consensuais.</p>	<p><i>Conteúdos atitudinais</i> (p.12)</p>			
<p>5 Organização de atividades de pesquisa e discussão orientadas por questões, como por exemplo: “Como explicar a diversidade dos seres vivos? De que modo esta diversidade variou ao longo do tempo? Que interpretações têm sido avançadas?” A gestão dos trabalhos de pesquisa deve assegurar a análise e interpretação de dados relativos ao evolucionismo e argumentos que o sustentam, aproveitando para enfatizar os contributos da tecnologia e de outras áreas de saber – Física, Química, Geologia,... – na construção dos conhecimentos científicos.</p>	<p><i>Sugestões metodológicas</i> (p.13)</p>			

Competência procedimental

Comparar e avaliar os modelos explicativos do aparecimento dos organismos unicelulares eucariontes.

Competências atitudinais

Valorizar o conhecimento da história da ciência para compreender as perspectivas actuais.

Reconhecer o carácter provisório dos conhecimentos científicos, bem como a importância epistemológica das hipóteses.

Resolvendo...

1. Ivan Wallin usou dados sobre o registo fóssil, enquanto que Margulis observou directamente os microrganismos, recorrendo ao microscópio.
2. Pelo facto destes organitos não conterem DNA e por não terem semelhanças ultra-estruturais com os seres procariontes.
3. As hipóteses e teorias elaboradas pelos cientistas sofrem modificações ao longo do tempo, fruto da evolução da tecnologia e da própria ciência, constituindo um conjunto de conhecimentos provisórios que são constantemente ajustados a novas realidades.
4. As teorias apresentadas não estavam suportadas por fortes evidências experimentais, mas o facto de levantarem hipóteses credíveis foram alvo de estudo e discussão entre a comunidade científica, contribuindo para o avanço significativo da ciência.
5. A ciência e a tecnologia são pilares do desenvolvimento científico sendo imprescindíveis para o seu desenvolvimento. Apenas com um microscópio electrónico Margulis e outros cientistas observaram com detalhe a ultra-estrutura dos organitos, essencial para a elaboração da teoria da endossimbiose.
6. O desenvolvimento de técnicas de análise de DNA que permitiram na década de 80 obter dados importantes para validar a teoria endossimbiótica.

CTS&A

1

Modelo endossimbiótico: uma perspectiva histórica

O biólogo norte-americano Ivan Wallin foi o primeiro cientista a afirmar, em 1920, que as mitocôndrias eram originárias de bactérias. No entanto, este cientista não foi capaz de apresentar todas as evidências científicas. As suas ideias foram refutadas e mesmo ridicularizadas. Os principais críticos da época consideravam que a evolução por simbiose era tão improvável como a deriva continental, que foi apresentada durante a década de 20! Na década de 60, Lynn Margulis recuperou algumas ideias de Wallin e outros cientistas e publicou um artigo teórico sobre a origem das células eucarióticas. O artigo foi recusado por quinze revistas científicas e publicado no *The Journal of Theoretical Biology*, sendo considerado actualmente um dos mais importantes artigos da Biologia.

Para formular a sua teoria baseou-se em observações directas de microrganismos, em vez dos dados paleontológicos de Wallin. Margulis também sugeriu que o flagelo e cílios das células eucarióticas poderiam ter sido originários da simbiose com uma espiroqueta. No entanto, como os cílios não possuem DNA, e não possuem uma ultra-estrutura semelhante aos dos microrganismos que propôs, as suas conclusões não foram aceites pela comunidade científica da época.

A teoria da endossimbiose, formulada em 1967, realça a interdependência e a simbiose de múltiplos organismos procariontes. Estes podem ter entrado na célula hospedeira por ingestão ou enquanto parasitas. Com o tempo, teriam evoluído para uma relação mutuamente benéfica que se tornou mais tarde numa simbiose obrigatória. Esta cientista sugeriu ainda que a endossimbiose é uma das principais forças no processo evolutivo, tendo afirmado: “Os seres vivos não ocuparam o mundo pela força, mas por cooperação”. Esta teoria foi suportada a partir da década de 80 pelo desenvolvimento das técnicas de análise de DNA, que permitiram estudar com detalhe o DNA mitocondrial e cloroplastidial. Os cientistas constataram que o material genético dos organitos é distinto do material nuclear e semelhante ao material genético dos microrganismos. A análise do genoma de organismos superiores, como por exemplo o Homem, permitiu detectar a existência de porções de material genético microbiano inserido em alguns cromossomas. Estes dados reforçam a teoria da endossimbiose.



8 Lynn Margulis.

1. Quais as principais diferenças nos dados usados por Wallin e Margulis?
2. Porque razão algumas das explicações para a origem dos cílios e flagelos não reúnem apoio na comunidade científica?
3. Em que medida os exemplos apresentados permitem perspetivar a ciência enquanto conjunto de conhecimentos provisórios?
4. Nem sempre as teorias formuladas são suportadas por fortes evidências científicas. Comente este facto com exemplos do texto, apontando a importância das hipóteses que foram sendo levantadas.
5. O microscópio electrónico desenvolvido na década de 50 foi um dos instrumentos utilizados por Margulis para observar a estrutura das células. Baseado neste exemplo, refira a importância da tecnologia no desenvolvimento do conhecimento científico.
6. Aponte um outro exemplo em que seja possível constatar a relação entre a ciência e a tecnologia.

Atividade	Análise		
	Dimensões da construção da ciência e respetivos conhecimentos (Instrumento 1 – exemplos)	Complexidade dos conhecimentos metacientíficos (Instrumento 1)	Relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos (Instrumento 2)
Questão 1			
Questão 2			
Questão 3			
Questão 4			
Questão 5			
Questão 6			

INSTRUMENTO 1: NATUREZA E GRAU DE COMPLEXIDADE DOS CONHECIMENTOS METACIENTÍFICOS

(Dimensão Filosófica*)

Grau 0	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
<p>Não são referidos conhecimentos metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência.</p>	<p>São referidos conhecimentos metacientíficos de natureza factual¹ relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a informação concreta, observável ou perceptível.</p>	<p>São referidos conhecimentos metacientíficos simples relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a conceitos simples², com um nível de abstração baixo e características facilmente perceptíveis.</p>	<p>São referidos conhecimentos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a conceitos complexos³, com um nível de abstração alto e características não perceptíveis.</p>	<p>São referidos conhecimentos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a temas unificadores⁴ ou ideias estruturantes e teorias⁵.</p>

*Os instrumentos elaborados para as outras dimensões da construção da ciência – histórica, psicológica e sociológica (interna e externa) – contêm descritores semelhantes, adaptados às respetivas dimensões.

Adaptado de:

Castro, S. (2015). *A construção da ciência na educação científica do ensino secundário: Análise dos manuais escolares e das conceções dos professores de Biologia e Geologia do 10.º ano*. Tese de Doutoramento, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (em desenvolvimento).

Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014). A natureza da ciência em currículos de ciências: Estudo do currículo de Ciências Naturais do 3º ciclo do ensino básico. 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.79-105). Lisboa: Edições Sílabo.

Notas:

¹ Os **factos** são dados que resultam da observação, por evidências diretas ou indiretas.

² Um conceito é uma “construção mental, um grupo de elementos ou atributos comuns partilhados por certos objetos ou eventos” (Brandwein et al., 1980, p.12) e representa uma ideia que surge da combinação de vários factos ou outros conceitos. Os **conceitos simples** correspondem aos conceitos concretos propostos por Cantu e Herron (1978), os quais se caracterizam por ter um baixo nível de abstração, atributos definidores e exemplos que são observáveis.

³ Os **conceitos complexos** correspondem aos conceitos abstratos propostos por Cantu e Herron (1978) e “são aqueles que não têm exemplos perceptíveis ou atributos definidores que não são perceptíveis” (p.135).

⁴ Os **temas unificadores** dizem respeito a ideias estruturantes e correspondem, em ciências, às generalizações sobre o mundo que são aceites pelos académicos em cada área específica (Campbell & Reece, 2008).

⁵ As **teorias** científicas correspondem a explicações sobre uma ampla variedade de fenómenos relacionados e que já foram sujeitas a testagem significativa (Duschl et al., 2007).

Brandwein, P., Cooper, E., Blackwood, P., Cottom-Winslow, M., Boeschen, J., Giddings, M., Romero, F., & Carin, A. (1980). *Concepts in science – Teacher’s edition*. Nova Iorque: Harcourt Brace Jovanovich.

Campbell, N., & Reece, J. (2008). *Biology* (8ª ed.). San Francisco: Pearson/ Benjamin Cummings.

Cantu, L. L., & Herron, J. D. (1978). Concrete and formal Piagetian stages and science concept attainment. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(2), 135-143.

Duschl, R., Schweingruber, H., & Shouse, A. (Ed.) (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grade K-8*. Washington, DC: National Academies Press.

EXEMPLOS DE CONHECIMENTOS METACIENTÍFICOS

CONHECIMENTOS SIMPLES

(Factos generalizados e conceitos simples)

CONHECIMENTOS COMPLEXOS

(Conceitos complexos e temas unificadores/teorias)

DIMENSÃO FILOSÓFICA

Ciência enquanto processo dinâmico de construção do conhecimento que engloba metodologias diversas

- 1- A construção do conhecimento científico é feita com recurso a métodos e princípios fundamentados na recolha, organização e interpretação de dados obtidos por métodos diversos.
- 2- O trabalho prático/experimental/laboratorial ou de campo obedece a regras de segurança e de natureza ética.
- 3- Uma hipótese consiste numa teoria ou numa formulação provisória, com vista a dar resposta a um determinado problema científico.
- 4- Podem existir diferentes hipóteses em resposta ao mesmo problema que, através da testagem e/ou da análise de dados recolhidos a partir da realidade envolvente, podem vir a ser apoiadas ou refutadas.
- 5- A ciência evolui em constante interrogação dos seus modelos e teorias, que vão sendo constantemente reformulados.
- 6- São usados conhecimentos de várias áreas científicas na construção de teorias e modelos científicos.
- 7- Em Ciência, novos dados conduzem à reformulação de conceitos e de teorias.

- 8- A construção do conhecimento científico engloba modelos, ou seja, representações do mundo, através das quais se procura simplificar a realidade para que esta possa ser analisada.
- 9- Todo o conhecimento científico é falível, isto é, só é válido enquanto não for refutado pela experiência e, por conseguinte, o conhecimento científico não se assume como absoluto, mas apenas como progressivo.
- 10- O conhecimento científico produzido insere-se em quadros teóricos mais amplos ou temas unificadores.
- 11- As teorias científicas constituem modelos imaginativos, por vezes suportados apenas por dados observacionais e assunções lógicas, que tem um grande poder explicativo e capacidade de previsão sobre a realidade.

DIMENSÃO HISTÓRICA

Ciência enquanto processo gradual de acumulação de conhecimentos

- 1- O processo de construção da ciência é influenciado pelo contexto cultural, social, político e económico da época.
- 2- A história da ciência engloba uma sucessão de descobertas, de novos métodos, de teorias e de revoluções conceptuais.
- 3- O processo de construção da ciência contempla a evolução histórica de conceitos e de modelos teóricos.
- 4- Os métodos de estudo têm vindo a evoluir, promovendo, assim, o desenvolvimento do conhecimento científico.
- 5- A história da ciência é marcada por controvérsias que dividem os cientistas e a sociedade.

- 6- A dimensão histórica da construção da ciência corresponde a um processo de acumulação de conhecimentos, organizados em esquemas teóricos coerentes, que se transformam e reestruturam em função dessa lógica própria de organização
- 7- O desenvolvimento científico traduz-se na existência de uma sucessão de teorias (convergentes ou divergentes) em resposta ao um mesmo problema
- 8- A comunicação em ciência, nomeadamente a publicação científica, é fundamental para a evolução do processo de construção do conhecimento científico, já que permite que os esquemas teóricos já existentes sejam utilizados e reestruturados.

DIMENSÃO PSICOLÓGICA

Características da personalidade dos cientistas

- | | |
|---|--|
| 1- Os cientistas têm qualidades e vícios de carácter que influenciam o processo de construção da ciência. | 4- A aplicação da ciência pode desenvolver, nos cientistas, dilemas de várias ordens, ética/religiosa, científica/social. |
| 2- As qualidades de carácter que influenciam o trabalho dos cientistas são: coragem, autodeterminação, sinceridade, perspicácia, curiosidade, capacidade de observar atentamente, humildade, persistência, espírito crítico e competência profissional. | 5- As descobertas científicas desencadeiam formas de poder para as quais os cientistas frequentemente não estão moral nem psicologicamente preparados. |
| 3- Os defeitos de carácter que influenciam o trabalho dos cientistas são: desonestidade, propensão para a fraude, inveja, ambição, orgulho. | |
-

DIMENSÃO SOCIOLÓGICA INTERNA

Relações estabelecidas dentro da comunidade científica

- | | |
|---|---|
| 1- Na comunidade científica existem relações de cooperação, que por vezes envolvem grandes debates de ideias, essenciais para o progresso da ciência. | 4- Dentro da comunidade científica existem teorias opostas em resposta a um mesmo problema, que constituem base para correntes divergentes. |
| 2- Dentro da comunidade científica existem por vezes teorias diferentes em resposta a um mesmo problema. | 5- Dentro da comunidade científica surgem divergências quanto à necessidade de trazer a público os seus conhecimentos ou previsões. |
| 3- Existe competição no interior da comunidade científica devido a disputa por posições importantes na hierarquia académica. | |
-

DIMENSÃO SOCIOLÓGICA EXTERNA

Relação biunívoca entre a ciência/tecnologia e a sociedade

- | | |
|---|--|
| 1- A investigação científica, bem como a produção de conhecimentos e previsões científicas tem repercussões na sociedade e/ou no ambiente/espécie humana – relação C-S. | 5- Existe um ciclo C-T-S que compreende as relações biunívocas que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade – relação C-T-S. |
| 2- A evolução do conhecimento científico permite o desenvolvimento de novas tecnologias – relação C-T. | 6- Utilizações incorretas e efeitos secundários indesejados da ciência e da tecnologia têm desencadeado fortes reações da sociedade colocando-se frequentemente em causa a credibilidade da ciência e da tecnologia - relação C-T-S. |
| 3- O desenvolvimento da tecnologia leva a novas investigações científicas e, conseqüentemente, ao desenvolvimento da ciência – relação T-C. | 7- As controvérsias sócio científicas são despoletadas pelos eventuais impactos sociais de inovações científicas e tecnológicas, que dividem tanto a comunidade científica como a sociedade em geral, envolvendo cientistas, decisores políticos e grupos de cidadãos. |
| 4- A aceitação social de novas teorias está dependente do contexto e ideologias de cada época – relação S-C. | |
-

Adaptado de:

Castro, S. (2015). *A construção da ciência na educação científica do ensino secundário: Análise dos manuais escolares e das concepções dos professores de Biologia e Geologia do 10.º ano*. Tese de Doutoramento, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (em desenvolvimento).

Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014). A natureza da ciência em currículos de ciências: Estudo do currículo de Ciências Naturais do 3º ciclo do ensino básico. 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.79-105). Lisboa: Edições Sílabo.

INSTRUMENTO 2: RELAÇÕES ENTRE CONHECIMENTOS CIÊNTÍFICOS E CONHECIMENTOS METACIENTÍFICOS

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
Contemplam a aquisição apenas de conhecimentos de natureza científica.	Contemplam a aquisição de conhecimentos de natureza metacientífica, mas não a relação entre estes e os conhecimentos de natureza científica.	Contemplam a aquisição de conhecimentos de natureza metacientífica e também relações entre estes e os conhecimentos de natureza científica, sendo conferido a estes últimos maior estatuto nessa relação.	Contemplam a aquisição de conhecimentos de natureza metacientífica e também relações entre estes e os conhecimentos de natureza científica, sendo conferido a estes dois tipos de conhecimentos igual estatuto nessa relação.

Adaptado de:

Castro, S. (2015). *A construção da ciência na educação científica do ensino secundário: Análise dos manuais escolares e das conceções dos professores de Biologia e Geologia do 10.º ano*. Tese de Doutoramento, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (em desenvolvimento).

Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014). A natureza da ciência em currículos de ciências: Estudo do currículo de Ciências Naturais do 3º ciclo do ensino básico. 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.79-105). Lisboa: Edições Sílabo.