

## ANÁLISE DO PROGRAMA DE BIOLOGIA E GEOLOGIA DO 10º ANO DO ENSINO SECUNDÁRIO (CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA)

### Contexto instrucional

#### *O que - Conhecimentos metacientíficos*

#### NATUREZA DOS CONHECIMENTOS METACIENTÍFICOS

Conhecimentos simples (Factos generalizados e conceitos simples)	Conhecimentos complexos (Conceitos complexos e temas unificadores/teorias)
DIMENSÃO FILOSÓFICA <i>Ciência enquanto processo dinâmico de construção do conhecimento que engloba metodologias diversas</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Os processos da ciência implicam uma metodologia como forma de chegar ao saber teórico.</li> <li>A metodologia da ciência consiste num conjunto de procedimentos que se desenvolvem ao longo de diversas etapas.</li> <li>As metodologias da ciência desenvolvem-se em conformidade com um conjunto de regras (que visam assegurar a validade do conhecimento científico).</li> <li>As metodologias da ciência são diversas (de acordo com diferentes perspetivas epistemológicas).</li> <li>Cada ciência tem o seu objeto de estudo.</li> <li>Cada ciência tem princípios e metodologias próprios.</li> <li>Cada ciência desenvolve interações com outras ciências.</li> <li>Os processos da ciência incluem a resolução de problemas através de uma metodologia científica.</li> <li>O objetivo da pesquisa científica é resolver ou propor a solução para um determinado problema, indo assim propondo teorias para o explicar.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>O conhecimento científico é constituído por um conjunto de enunciados, organizados hierarquicamente, dos mais elementares para os mais gerais, articulados de forma lógica e dedutiva.</li> <li>Os procedimentos e as operações lógicas da ciência englobam a observação racional e controlada dos fenómenos; a sua interpretação e explicação, a sua verificação através da experimentação e da observação e a fundamentação dos princípios de generalização ou o estabelecimento dos princípios e das leis.</li> <li>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 (Pode também ser considerado conceito simples – g2, na sequência da análise do manual da areal editores).</li> <li>Os modelos e as teorias permitem representar a realidade, explicá-la e fazer previsões.</li> <li>A construção de um modelo dá-se no contexto de uma teoria, quando factos estabelecidos pela observação e hipóteses sobre a estrutura do sistema e sobre o comportamento dos seus constituintes básicos são correlacionados através de conceitos, leis e princípios.</li> </ol>

- 
10. Um problema corresponde a uma questão não resolvida que é objeto de discussão em qualquer domínio do conhecimento.
  11. Um problema de investigação emerge a partir de um dado contexto teórico, devendo ser relevante nesse âmbito, e/ou a partir de dados empíricos.
  12. A formulação adequada de um problema é essencial para que se encontre a sua solução.
  13. As ciências experimentais adotam sistematicamente métodos e princípios fundamentados em trabalho prático/experimental laboratorial ou de campo, ou seja, em experiências e na observação dos fenómenos da realidade envolvente (evidências).
  14. 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.
  15. O trabalho prático/experimental/laboratorial ou de campo obedece a regras de segurança e de natureza ética
  16. A construção do conhecimento científico é feita com recurso a trabalho prático/experimental/laboratorial ou de campo, o que implica a utilização de instrumentos de medida e/ou de equipamentos e/ou de técnicas específicos
  17. A metodologia das ciências experimentais, enquanto processo rigoroso e sistemático de descrever ou interpretar a realidade, implica o registo sistemático de dados
  18. Uma hipótese consiste numa teoria ou numa formulação provisória, com vista a dar resposta a um determinado problema científico.
  19. As observações realizadas, tal como as hipóteses formuladas, inserem-se num determinado contexto teórico.
  20. 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.
  21. Uma hipótese implica a necessidade de ser posteriormente demonstrada ou verificada e validada.
  22. A refutação de uma hipótese não desqualifica o papel que esta terá exercido para impulsionar a investigação.
  23. Todas as teorias científicas se encontram em fase de testagem pelo que se pode considerar que serão sempre hipóteses
  24. As experiências são concebidas para testar hipóteses.
  25. A ciência evolui em constante interrogação dos seus modelos e teorias, que vão sendo constantemente reformulados.
  26. A ciência evolui em constante interrogação do seu método
- 
38. O conhecimento científico é racional, sistemático, exato e verificável.
  39. A metodologia da ciência implica a observação, a investigação, o raciocínio e a experimentação intensiva, tendo de ser metódica.
  40. O método científico pode englobar as seguintes etapas: descoberta e formulação precisa do problema científico, recurso a um modelo científico para estudo do problema, formulação de hipóteses, testagem de hipóteses – experimentação, análise de resultados, seleção da resposta ao problema formulado e teorização.
  41. A teorização consiste na construção de novas teorias que englobam a inter-relação das hipóteses apoiadas através da experimentação.
  42. A refutação das hipóteses inicialmente formuladas implica a descoberta de novos dados, formulação de novas hipóteses, correção de procedimentos, nova testagem de hipóteses – experimentação e análise de resultados, ou seja, um novo ciclo de investigação.
  43. 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.
  44. O conhecimento científico produzido insere-se em quadros teóricos mais amplos ou temas unificadores.
-

- 
27. A controvérsia em ciência potencia o desenvolvimento do conhecimento científico.
  28. A Ciência é um processo de construção de conhecimento marcado por episódios de rutura concetual.
  29. São usados conhecimentos de várias áreas científicas na construção de teorias e modelos científicos.
  30. Em Ciência, para cada fenómeno podem existir diferentes modelos explicativos, com maior ou com menor grau de aceitação.
  31. Em Ciência, para uma mesma teoria explicativa de um determinado fenómeno, podem existir, simultaneamente, factos que a apoiam e factos que não é possível explicar à luz dessa teoria.
  32. Em Ciência, novos dados conduzem à reformulação de conceitos e de teorias.
- 

#### DIMENSÃO HISTÓRICA

*Ciência enquanto processo gradual de acumulação de conhecimentos*

- 
- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O processo de construção da ciência é influenciado pelo contexto cultural, social, político e económico da época.</li> <li>2. A história da ciência engloba uma sucessão de descobertas, de novos métodos, de teorias e de revoluções conceptuais.</li> <li>3. O processo de construção da ciência contempla a evolução histórica de conceitos e de modelos teóricos.</li> <li>4. Os métodos de estudo têm vindo a evoluir, promovendo, assim, o desenvolvimento do conhecimento científico.</li> <li>5. A comunicação em ciência pauta-se por um conjunto de regras, nomeadamente ao nível da utilização da linguagem científica, da utilização, citação e referência das fontes de informação, bem como da forma de representar essa informação.</li> <li>6. A história da ciência é marcada por controvérsias que dividem os cientistas e a sociedade.</li> <li>7. Na comunicação em ciência entre os pares as publicações em revistas científicas desempenham um papel muito importante.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>8. 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.</li> <li>9. O desenvolvimento científico traduz-se na existência de uma sucessão de teorias (convergentes ou divergentes) em resposta ao um mesmo problema.</li> <li>10. A descoberta de novos dados científicos e sua relação com teorias já existentes pode levar à corroboração dessas teorias, ou à sua contestação e consequente reestruturação.</li> <li>11. 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.</li> <li>12. As controvérsias em ciência são suscitadas por problemáticas que dividem os cientistas e a sociedade, já que podem ser analisadas segundo diferentes perspetivas, não conduzindo a conclusões simples e envolvendo, frequentemente, uma dimensão moral e ética.</li> </ol> |
|---|--|
- 

#### DIMENSÃO PSICOLÓGICA

*Características da personalidade dos cientistas*

- 
- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Os cientistas têm qualidades e vícios de carácter que influenciam o processo de construção da ciência.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>13. A aplicação da ciência pode desenvolver, nos cientistas, dilemas de vária ordem, ética/religiosa, científica/social.</li> </ol> |
|---|--|
-

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>2. A ciência como qualquer campo de atividade, requer trabalhos fundamentados na seriedade dos dados manipulados.</li> <li>3. A ciência requer, da parte dos cientistas, abertura a novas evidências e argumentos.</li> <li>4. Tal como acontece com qualquer outra atividade, sempre existiu fraude em ciência.</li> <li>5. Existem fraudes por motivações de ordem diversa, pessoal, social, política ou económica.</li> <li>6. A ciência é uma atividade humana, sujeita aos condicionalismos próprios dessa condição, pelo que tanto as falhas como as virtudes humanas fazem parte de sua história</li> <li>7. Existem processos de regulação da atividade científica com vista a salvaguardar o rigor e a seriedade.</li> <li>8. 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.</li> <li>9. Os defeitos de carácter que influenciam o trabalho dos cientistas são: desonestidade, propensão para a fraude, inveja, ambição, orgulho.</li> <li>10. O cientista pode ser motivado pela perspectiva de obtenção de mérito, de satisfação pessoal e de valorização social.</li> <li>11. A divulgação proporciona motivação pessoal.</li> <li>12. Trabalhos mais morosos e sem projeção assinalável levam à desmotivação dos cientistas.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>14. As descobertas científicas desencadeiam formas de poder para as quais os cientistas frequentemente não estão moral nem psicologicamente preparados.</li> <li>15. O facto de a prática da ciência já não estar restrita a um pequeno número de indivíduos com altos padrões de vida que não tinham que se preocupar com a sua subsistência financeira, sendo atualmente uma profissão estabelecida, com salário e pressões de carreira, tem importantes repercussões nos padrões que regem a atividade científica.</li> </ol> |
|---|---|

---

#### DIMENSÃO SOCIOLÓGICA INTERNA

##### *Relações estabelecidas dentro da comunidade científica*

---

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Na comunidade científica existem relações de cooperação, que por vezes envolvem grandes debates de ideias, essenciais para o progresso da ciência.</li> <li>2. Existem instituições onde os cientistas trabalham em colaboração nos mesmos projetos de investigação.</li> <li>3. Por vezes surgem divergências no interior da comunidade científica devido a pressões económicas, políticas e sociais.</li> <li>4. Dentro da comunidade científica existem por vezes teorias diferentes em resposta a um mesmo problema e/ou conceitos diferentes.</li> <li>5. Dentro da comunidade científica pode existir consenso relativamente a uma teoria, e/ou a métodos utilizados, que, nesse âmbito, assumem um caráter universal.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>13. O trabalho dos cientistas em instituições científicas prestigiadas tem vantagens: apoios financeiros, melhores equipamentos, melhores remunerações e maior facilidade de progresso na carreira.</li> <li>14. O trabalho dos cientistas em instituições científicas prestigiadas tem também desvantagens: perda de tempo para o trabalho de investigação devido ao aumento das tarefas administrativas.</li> <li>15. Dentro da comunidade científica existem teorias opostas em resposta a um mesmo problema, que constituem base para correntes divergentes</li> <li>16. Dentro da comunidade científica surgem divergências quanto à necessidade de trazer a público os seus conhecimentos ou previsões.</li> </ol> |
|---|---|
-

- 
6. Existe competição no interior da comunidade científica devido a disputa por posições importantes na hierarquia académica.
  7. Trabalhos mais morosos e sem projeção assinalável levam à desmotivação dos cientistas.
  8. Os trabalhos científicos já existentes servem de base a trabalhos de outros cientistas.
  9. Novos dados provocam o confronto entre cientistas, ideias e teorias.
  10. Novas metodologias e novos dados científicos podem trazer, para a comunidade científica onde estes se desenvolveram, ou para os cientistas que os trabalharam, grande projeção e notoriedade.
  11. Na comunidade científica, a aceitação de uma teoria é condicionada pelo prestígio do cientista que a desenvolve.
  12. A divulgação da descoberta de fenómenos da realidade envolvente e de novos dados dentro da comunidade científica traduz relações de cooperação fundamentais para o progresso da ciência.
- 

#### DIMENSÃO SOCIOLÓGICA EXTERNA

##### *Relação biunívoca entre a ciência, a tecnologia e a sociedade*

- 
- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>2. A aplicação da ciência à sociedade e/ou ao ambiente tem efeitos (políticos, sociais, económicos e éticos) tanto positivos como negativos, a curto e a longo prazo – relação C-S.</li> <li>3. A evolução do conhecimento científico permite o desenvolvimento de novas tecnologias – relação C-T</li> <li>4. O desenvolvimento da tecnologia leva a novas investigações científicas e, consequentemente, ao desenvolvimento da ciência – relação T-C.</li> <li>5. A tecnologia e sua evolução têm efeitos (políticos, sociais, económicos e éticos) tanto benéficos como prejudiciais na sociedade, a curto e a longo prazo – relação T-S.</li> <li>6. A sociedade exerce pressão sobre os cientistas no sentido de desenvolverem tecnologias rentáveis e úteis – relação S-T.</li> <li>7. A sociedade exerce pressão sobre a ciência, no sentido de esta desenvolver novo conhecimento em resposta aos seus problemas – relação S-C.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>12. 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</li> <li>13. 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.</li> <li>14. A exploração sensacionalista da ciência através dos meios de comunicação social causa, por vezes, atitudes negativas por parte dos cidadãos relativamente à ciência e à tecnologia.</li> <li>15. 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.</li> <li>16. Com a investigação científica e produção de conhecimento científico em determinadas áreas pretende-se, frequentemente, conquistar prestígio e supremacia políticos.</li> </ol> |
|--|--|
-

- 
8. Ao nível da sociedade discutem-se e impõem-se restrições ao financiamento e à investigação científica e tecnológica – relação C-T-S.
  9. A aceitação social de novas teorias está dependente do contexto e ideologias de cada época - relação S-C.
  10. A exploração sensacionalista da ciência através dos meios de comunicação social causa, por vezes, conceções erradas ao nível dos cidadãos- relação C-S.
  11. A sociedade reconhece e premeia descobertas bem como trabalhos científicos que nela têm um impacto positivo.
- 

Castro, S. & Morais, A. M. (2013). Grupo ESSA, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

## CONCEPTUALIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS METACIENTÍFICOS

Indicadores	Grau 0	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
<b>Temas/Conteúdos</b>	Não são referidos conhecimentos metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência.	São referidos conhecimentos metacientíficos de natureza factual relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a informação concreta, observável ou perceptível.	São referidos conhecimentos metacientíficos simples relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a conceitos simples, com um nível de abstração baixo e características facilmente perceptíveis.	São referidos conhecimentos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a conceitos complexos, com um nível de abstração alto e características não perceptíveis.	São referidos conhecimentos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a temas unificadores ou ideias estruturantes e teorias.
<b>Finalidades/Objetivos/ Competências</b>	Não é visada a aquisição de conhecimentos metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência.	É visada a aquisição de conhecimentos metacientíficos de natureza factual relativos à dimensão filosófica da ciência tais como informação concreta, obtida através de dados observáveis ou perceptíveis.	É visada a aquisição de conceitos metacientíficos simples relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração baixo, características e exemplos facilmente perceptíveis mediante contacto com a realidade.	É visada a aquisição de conceitos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração alto, características e/ou exemplos não perceptíveis mediante contacto com a realidade.	É visada a aquisição de temas unificadores ou ideias estruturantes relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, de generalizações e teorias acerca da natureza da ciência aceites pelos académicos dessa área.
<b>Orientações metodológicas</b>	As estratégias/metodologias sugeridas não incidem em conhecimentos metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência.	As estratégias/metodologias sugeridas incidem em conhecimentos metacientíficos de natureza factual relativos à dimensão filosófica da ciência tais como informação concreta, obtida através de dados observáveis ou perceptíveis.	As estratégias/metodologias sugeridas incidem em conceitos metacientíficos simples relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração baixo, características e exemplos facilmente perceptíveis mediante contacto com a realidade.	As estratégias/metodologias sugeridas incidem em conceitos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração alto, características e/ou exemplos não perceptíveis mediante contacto com a realidade.	As estratégias/metodologias sugeridas incidem em temas unificadores ou ideias estruturantes relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, de generalizações e teorias acerca da natureza da ciência aceites pelos académicos dessa área.
<b>Atividades</b>	Não requerem a mobilização de conhecimentos	Requerem a mobilização de conhecimentos metacientíficos de natureza	Requerem a mobilização de conceitos metacientíficos simples relativos à	Requerem a mobilização de conceitos metacientíficos complexos relativos à	Requerem a mobilização de temas unificadores ou ideias estruturantes relativos à

<b>Indicadores</b>	<b>Grau 0</b>	<b>Grau 1</b>	<b>Grau 2</b>	<b>Grau 3</b>	<b>Grau 4</b>
	metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência.	factual relativos à dimensão filosófica da ciência tais como informação concreta, obtida através de dados observáveis ou perceptíveis.	dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração baixo, características e exemplos facilmente perceptíveis mediante contacto com a realidade.	dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração alto, características e/ou exemplos não perceptíveis mediante contacto com a realidade.	dimensão filosófica da ciência, ou seja, de generalizações e teorias acerca da natureza da ciência aceites pelos académicos dessa área.
<b>Avaliação</b>	O objeto de avaliação não envolve conhecimentos metacientíficos.	O objeto de avaliação envolve conhecimentos metacientíficos de natureza factual relativos à dimensão filosófica da ciência tais como informação concreta, obtida através de dados observáveis ou perceptíveis.	O objeto de avaliação envolve conceitos metacientíficos simples relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração baixo, características e exemplos facilmente perceptíveis mediante contacto com a realidade.	O objeto de avaliação envolve conceitos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração alto, características e/ou exemplos não perceptíveis mediante contacto com a realidade.	O objeto de avaliação envolve temas unificadores ou ideias estruturantes relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, de generalizações e teorias acerca da natureza da ciência aceites pelos académicos dessa área.
<b>Esquemas/Diagramas/ Imagens</b>	Não contemplam conhecimentos metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência	Contemplam conhecimentos metacientíficos de natureza factual relativos à dimensão filosófica da ciência tais como informação concreta, obtida através de dados observáveis ou perceptíveis	Contemplam conceitos metacientíficos simples relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração baixo, características e exemplos facilmente perceptíveis mediante observação da realidade	Contemplam conceitos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração alto, características e/ou exemplos não perceptíveis mediante observação da realidade	Contemplam temas unificadores ou ideias estruturantes relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, de generalizações e teorias acerca da natureza da ciência aceites pelos académicos dessa área

Nota: Este instrumento foi igualmente aplicado na análise de manuais escolares correspondentes ao programa.

Castro, S. & Morais, A. M. (2013). Grupo ESSA, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.