

QUESTIONAMENTO E CURIOSIDADE NUM CONTEXTO CTS: UM ESTUDO DE CASO

QUESTIONING AND CURIOSITY IN AN STS CONTEXT: A CASE STUDY

Lúcia Maria O. V. Oliva Teles Salgado

Escola Secundária de Estarreja
lusalg4@gmail.com

Francislê Neri de Souza

Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores da Universidade de Aveiro;
fns@ua.pt

Resumo:

Este trabalho assenta no reconhecimento generalizado da importância da curiosidade nos alunos, como base para a construção do conhecimento. É neste contexto que o questionamento aparece como ferramenta facilitadora da expressão da curiosidade dos alunos. Estes, quando curiosos, normalmente fazem perguntas. Há, no entanto, que promover um ambiente onde essa curiosidade seja otimizada. Uma abordagem centrada numa perspetiva CTS surge assim, como um meio privilegiado para a expressão da curiosidade. É inserida nestes pressupostos que a temática do amoníaco, fazendo parte integrante do programa oficial da disciplina de Física e Química A, do 11ºano, aparece como suporte para este estudo.

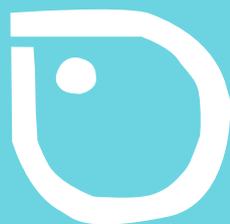
Assim, foi realizado o estudo numa turma com o objetivo principal de analisar as possíveis relações existentes entre a curiosidade e as perguntas dos alunos. Adotou-se deste modo uma abordagem qualitativa em contexto naturalista, cujo método de investigação é o estudo de caso do tipo etnográfico. As técnicas de recolha de dados foram a observação, naturalista e participante, inquéritos por questionário, entrevista semiestruturada e a análise documental das perguntas escritas dos alunos em diferentes momentos e recorrendo a diferentes estratégias. Dentro destas estratégias destaca-se o jogo de cartas DigQuest®. Na análise de conteúdo recorreu-se ao programa informático WebQDA®.

Os resultados desta investigação sugerem uma interdependência entre as diferentes dimensões da curiosidade expressa pelos alunos nas perguntas e o nível cognitivo das mesmas segundo a taxonomia SOLO. Sugerem ainda a relevância do questionamento de forma moderada e uma abordagem CTS como estratégia promotora da curiosidade.

Palavras-chave: Questionamento; curiosidade; abordagem CTS; temática do amoníaco.

Abstract:

This study is based on the widespread recognition of the importance of students' curiosity as a basis of knowledge construction. It is in this context that questioning appears to facilitate the expression of students' curiosity. When students are curious they usually ask questions. However, it is essential to create encouraging environments where their curiosity can be improved. Thus, an approach focusing on an STS perspective emerges as a privileged way of expressing curiosity. Taking into account these assumptions, the topic 'Ammonia', included in the syllabus of Physics and Chemistry A, was



thus used by this study, which was conducted in a Chemistry 11th grade course (from the Science and Technology path, in Secondary Education). The main purpose of this study was to analyze the potential relationship between curiosity and students' questioning.

This study followed a qualitative approach within a naturalistic context, focusing an ethnographic case study. Data was collected through: observation (naturalistic and participant); questionnaire surveys; semi-structured interviews; and, written questions from students at different moments in time, using a diversity of strategies, such as, for instance, the DigQuest® card game. The computer program WebQDA® was employed to conduct the content analysis.

Results convey a dependent relation between the different dimensions of curiosity expressed through students' questions and the cognitive level of the questions, according to the SOLO taxonomy. Furthermore, they also show the importance of moderate questioning and the use of an STS approach as a strategy to promote curiosity.

Keywords: Questioning, curiosity; STS approach; topic of ammonia; chemistry education.

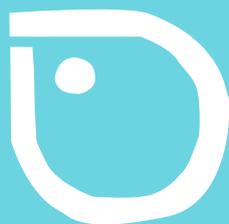
Resumen:

Este trabajo se basa en el reconocimiento generalizado de la importancia de la curiosidad en los estudiantes, como base para la construcción del conocimiento. Es en este contexto, que la cuestión aparece como una herramienta que facilita la expresión de la curiosidad de los estudiantes. Estos, cuando son curiosos, normalmente preguntan. Hay, sin embargo, que promover un ambiente donde esa curiosidad sea optimizada. Un enfoque centrado en una perspectiva CTS aparece como un medio preferido para la expresión de la curiosidad. Se inserta en estos supuestos que el tema del amoníaco, haciendo parte integral del programa oficial de la disciplina de la física y química A, año 11º, aparece como apoyo para este estudio.

Así, el estudio se realizó en una clase con el objetivo principal de analizar las posibles relaciones entre la curiosidad y preguntas de los estudiantes. Así se adoptó un enfoque cualitativo en contexto naturalista cuyo método de investigación es el estudio de tipo etnográfico. Las técnicas de recogida de datos fueron la observación, naturalista e participada, las encuestas por cuestionarios, entrevista semiestructurada y el análisis documental de las preguntas escritas de los estudiantes en diferentes momentos y usando diferentes estrategias. Dentro de estas estrategias se destaca el juego de cartas DigQuest®. En el análisis del contenido fue usado software de WebQDA®.

Los resultados de esta investigación sugieren una interdependencia entre las diferentes dimensiones de la curiosidad expresada por los estudiantes en las preguntas y el nivel cognitivo de las mismas según la taxonomía SOLO. Sugieren la importancia de cuestionar aún con moderación y un enfoque CTS como una estrategia de promoción de la curiosidad.

Palabras clave: Cuestionamiento; la curiosidad; el enfoque CTS; el tema de amoníaco.



Introdução

Tem sido defendido uma educação que valorize o quotidiano para um ensino contextualizado da ciência, enfatizando as interações com a tecnologia e a sociedade, capaz de viabilizar a eficaz mobilização de conhecimento, atitudes e capacidades na tomada de decisão na resolução de situações problema e sociais com uma componente científico-tecnológica.

Por outro lado, Gil (2011) defende a urgência em desenhar e pôr em prática mecanismos que contrariem o decréscimo generalizado da curiosidade dos alunos ao longo do seu percurso escolar: " há muito que se justifica um movimento pró-curiosidade que aproxime escolas e famílias e que concentre o empenhamento de especialistas, fundações, empresas, administração central e local" (p.55).

Reconhecida a importância de um incentivo à curiosidade nos alunos, como procura de conhecimento (Silva, Neri de Souza, Cavalcante, & Leite, 2012), vários autores (Acevedo, 2004; Cachapuz, 2002; Vieira, 2011) corroboram a ideia de que uma abordagem curricular centrada numa perspectiva CTS no ensino das ciências na escolaridade básica e secundária, é promotora da curiosidade e motivação dos alunos.

É neste contexto que o questionamento aparece como ferramenta facilitadora da expressão da curiosidade dos alunos, " When curious, people ask questions" (Kashdan & Silvia, 2008, p. 368) além de favorecer a explicitação do seu conhecimento prévio, o desenvolvimento de capacidades de observação, investigação e explicação (Neri de Souza, 2009).

Faltam, no entanto, estudos que evidenciam como a curiosidade e o questionamento dos alunos se relacionam, numa abordagem CTS.

Assim, assumida uma atitude de pluralismo metodológico, de forma a ajudar os alunos a construir o seu conhecimento, e a expressarem a sua curiosidade, apresenta-se uma proposta de abordagem didática de alguns conteúdos da primeira unidade da componente de química da disciplina de Física e Química A do 11º ano -Química e Indústria: equilíbrios e desequilíbrios - que por sua vez contempla as subunidades a) o amoníaco como matéria-prima, b) o amoníaco, a saúde e o ambiente, c) produção industrial do amoníaco, entre outras (Ministério da Educação, Departamento do Ensino Superior - DES, 2003), a qual se desenvolve a partir da situação problema provocada por um spot publicitário de um detergente amoniacal: " o algodão não engana".

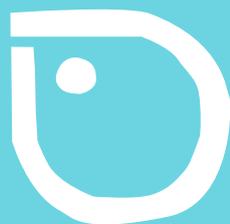
Tendo por base a problemática da investigação, pretende este estudo dar resposta à seguinte questão:

- Como se relaciona a curiosidade com o questionamento, num ensino de orientação CTS, com alunos do 11º ano, na temática do amoníaco?

Delineada a questão de investigação em que este estudo se insere, foram definidos os seguintes objetivos:

- Analisar se o questionamento de forma continuada, numa abordagem CTS, pode ser promotor de um aumento de curiosidade expressa pelos alunos.

- Relacionar a interdependência entre curiosidade expressa e o nível cognitivo das perguntas dos



alunos.

- Incentivar o questionamento dos alunos em contexto de sala de aula.
- Desenvolver estratégias didáticas, inseridas em contexto CTS, para promover situações onde a curiosidade poderia ser exponenciada.

Contextualização Teórica

A contextualização teórica deste estudo assenta em três eixos orientadores que se consideram fundamentais para justificar a sua pertinência: i) abordagem CTS, ii) questionamento e iii) curiosidade.

Ciência, Tecnologia e Sociedade

Há um reconhecimento generalizado da importância da orientação CTS no desenvolvimento curricular na área das ciências (Vieira, Tenreiro-Vieira, & Martins, 2011). Na atualidade existe um conjunto de descobertas, aplicações e conhecimentos que constituem uma fonte sem precedentes de saber e informação. Os enormes avanços na Ciência e Tecnologia que a humanidade atingiu durante os últimos decénios, converteram-se em elementos essenciais e marcantes das sociedades contemporâneas. A ciência e a tecnologia têm um profundo impacto na vida e na cultura atuais desempenhando um papel fundamental em muitas atividades humanas, afetando a vida quotidiana das pessoas.

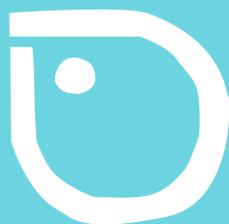
...las orientaciones CTS permiten dar respuesta adecuada a unas finalidades de la enseñanza de las ciencias más amplias, propiciando que la ciencia escolar tenga realmente en cuenta las experiencias y los intereses personales y sociales de los estudiantes (Baybee, 1993), así como la contextualización social y tecnológica de los propios contenidos científicos. (Acevedo Diaz, 2004)

O enquadramento em contexto CTS, implica também que o ambiente de sala de aula, as estratégias, as atividades bem como os recursos didáticos usados apoiem os alunos na realização de aprendizagens ativas passíveis de se tornarem úteis e utilizáveis no dia a dia, numa perspetiva de ação. Assim, importa criar oportunidades para os alunos se envolverem ativamente no estudo de problemas de âmbito CTS e na discussão de questões inter e transdisciplinares decorrentes da necessidade de compreender o mundo na sua complexidade (Vieira et al., 2011).

O apelo à inter e transdisciplinaridade, à abordagem de situações-problema e ao pluralismo metodológico a nível de estratégias de trabalho, bem como uma avaliação não classificatória mas antes formadora, são assim preconizadas por um ensino com orientação CTS (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002).

Assim, é incentivado o uso de estratégias e de atividades inseridas em ambientes reais como, experiências de campo e visitas de estudo. Também as atividades laboratoriais devem ter carácter investigativo. Importa relevar o planeamento dos procedimentos a adotar, a discussão da importância dos ensaios de controlo da atividade laboratorial, a discussão dos resultados, das conclusões e dos limites validade das conclusões a que se chega, a formulação de novas questões e a comunicação de resultados e conclusões (Vieira et al., 2011).

Dentro desta perspetiva, o ambiente de sala de aula deve ser caracterizado pela cooperação,



interatividade, empatia e aceitação, no qual se reconhece a diversidade de alunos. Um ambiente que fomenta e sustenta o questionamento provocativo do pensamento, a argumentação e a reflexão, na qual os alunos são encorajados a verbalizar os seus pensamentos formulando questões (Vieira et al., 2011).

Questionamento

Vários estudos apontam para o papel relevante do questionamento em sala de aula pelos alunos, como ferramenta facilitadora da construção do conhecimento pois favorece a explicitação do conhecimento prévio dos alunos, bem como o aperfeiçoamento de capacidades de observação, investigação e explicação (Schein & Coelho, 2006). Assim, segundo Pedrosa de Jesus (1995) "o processo mental associado à elaboração de uma pergunta contribui para o desenvolvimento intelectual, pois pode estimular o raciocínio, a capacidade de pensar e ainda revelar os esquemas mentais de quem a formula" (p.129).

Apesar da evidência da importância do questionamento pelos alunos em sala de aula os alunos não formulam perguntas, ou seja, os alunos interagem pouco através do questionamento. Algumas das justificações apontadas pela literatura para a baixa quantidade e qualidade das perguntas estão inseridas numa dimensão social ou relacional e que se prendem com receios de o aluno ser criticado pelo professor, medo de ser ridicularizado pelos colegas. Mas também, pode haver justificações para esse pouco questionamento numa dimensão cognitiva. Neste caso, pode o aluno não saber formular perguntas, porque perguntar é cognitivamente complicado. Inicialmente o aluno tem que saber o que não sabe para depois perguntar. O processo de reconhecer o que não sabe já é uma sabedoria, é um patamar acima daquele onde ainda não construiu perguntas para resolver possíveis conflitos ou faltas de informações num determinado contexto (Neri de Souza, 2009).

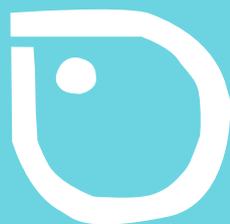
No entanto, verifica-se que o nível cognitivo das perguntas dos alunos é baixo. "Most of the questions that the students asked during the hands-on activities were generally not of a conceptually high level that manifested deep thinking" (Chin, 2001).

Há evidências, contudo, que apontam para uma melhoria na qualidade das perguntas feitas pelos alunos quando esta estratégia é aplicada de forma sistemática (Hofstein, Navon, Kipnis, & Mamluk-Naaman, 2005).

Importa, no contexto deste estudo, analisar as perguntas dos alunos, escritas por eles, nas diferentes fases da investigação. Optou-se por uma categorização que recorreu a Taxonomia SOLO (Structure of Observing Learning Outcome) desenvolvida por Biggs e Collins (1982) e adaptada por Neri de Souza e Moreira (2010). Esta taxonomia está dividida em cinco níveis de crescente grau de complexidade a nível cognitivo. As perguntas de maior qualidade são as de maior nível cognitivo e inseridas nos níveis superiores desta taxonomia. Assim, para aferir a qualidade das perguntas dos alunos são estabelecidos os níveis: 1) Pré-estrutural, 2) Uni-Estrutural, 3) Multi-Estrutural, 4) Relacional, e 5) Extensões Abstratas.

Curiosidade

Vários estudos, no campo da psicologia, têm vindo a ser feitos na tentativa de melhor perceber o que é a curiosidade. Genericamente é considerada como sendo uma característica inata, comum a muitos seres vivos, que varia conforme o contexto em que pode ser experienciada (Bowler, 2010).



Neste estudo considerou-se a curiosidade como um estado motivacional orientado, associado a um desejo de descoberta e exploração (Kashdan & Silvia, 2008).

Importa também referir que se considera de forma quase consensual, quatro tipos diferentes de curiosidade (Koo & Choi, 2009): i) perceptual, ii) sensorial, iii) interpessoal e iv) epistémica, sendo focado nesta última todo o trabalho desenvolvido.

A curiosidade epistémica, é aquela que se relaciona com a procura e aquisição de novos conhecimentos, que motiva a experimentação, e onde o desenvolvimento intelectual e realização académica está subjacente.

Epistemic curiosity (EC) is the desire for knowledge that motivates individuals to learn new ideas, eliminate information-gaps, and solve intellectual problems. Berlyne described EC as a uniquely human "drive to know" (1954, p. 187) that motivated inquisitiveness and experimentation, and that underlied intellectual development and scholarly achievement. (Litman, 2008, p. 1586)

Estudos apontam para uma diminuição da curiosidade efervescente da infância com a maturidade (Schmitt & Lahroodi, 2008). Há uma degenerescência da curiosidade e esta é substituída pela indiferença, irreverência ou dogmatismo a menos que a criança desenvolva uma capacidade de inquirir. Assim, o questionamento por parte dos alunos deve ser incentivado desde os primeiros anos de escolaridade. A curiosidade normalmente é expressa na forma de uma pergunta.

Por outro lado, a curiosidade relaciona-se ou pode relacionar-se com os conteúdos curriculares quando são analisadas situações quotidianas vivenciadas pelos alunos ou ainda como expressão da leitura do mundo (Silva et al., 2012).

Yager, Choi, Yager e Akcay (2009) nos seus estudos comparativos entre alunos com uma aprendizagem CTS e sem essa abordagem, concluiu que: "STS seems to provide a way for students to remain curious – something they have had prior to attending school as well as to having fun and working on problems they identify and about which they are concerned" (p.202).

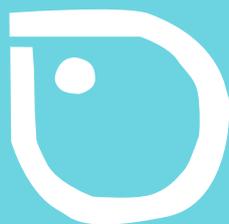
Metodologia

Pretendia-se neste estudo, recolher dados de modo a poder relacionar o questionamento com a curiosidade manifestada pelos alunos. Assim, de modo a poder dar resposta aos objetivos traçados, foi delineada uma investigação de natureza qualitativa enquadrada numa metodologia de estudo de caso

Desenho da investigação

A sequência didática que constituiu a base para este estudo insere-se na primeira unidade da componente de Química do programa da disciplina de Física e Química A do 11º ano do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias, emanada do Ministério de Educação, do Departamento do Ensino Secundário (DES, 2003), tendo-se selecionado a temática do amoníaco, especificamente.

Os participantes foram dezanove alunos de uma turma do 11º ano de uma escola do distrito de Aveiro.



Foram estabelecidas três etapas: i) sequência piloto, ii) sequência base, iii) sequência de certificação.

Na sequência piloto, correspondente a 2 aulas de 90 minutos subordinadas aos temas, "o amoníaco, a saúde e o ambiente" e "o amoníaco como matéria prima - história da utilização do amoníaco", foram colocadas algumas "situações curiosas" sob a forma de vídeo bem como apresentados / explorados os temas em formato power point e ficha de trabalho. Foram elaboradas folhas de registo das perguntas dos alunos e fomentados períodos de "pausa" para reflexão e registo das mesmas por parte dos alunos. Com o intuito de fomentar o questionamento dos alunos, foram ainda facultadas folhas de registo com perguntas genéricas auxiliares. Segundo Chin (2001) os alunos podem ser ensinados a formular perguntas, incentivando deste modo o questionamento, iniciando-as por exemplo com expressões como, "E se ...?", "Porque é que...?", "Como ...?". Estas perguntas genéricas segundo o mesmo autor tendem a evidenciar um pensamento de nível cognitivo mais elevado, pois implicam uma maior reflexão sobre ideias a apresentar, ajudando-os a relacionar, inferir, emitir juízos de valor, procurar explicações, fazer previsões e resolver problemas.

Esta sequência teve como objetivo principal, uma análise crítica/reflexiva do processo em investigação, permitindo um reajuste e adaptação à sequência seguinte.

A segunda sequência, foi organizada em 3 fases. Na primeira fase, os alunos foram confrontados com uma situação-problema inserida num contexto real que consistiu na visualização do vídeo de um spot publicitário de um detergente amoniacal onde se enfatiza a frase "o algodão não engana". Foram registadas as perguntas que os alunos formularam.

Nesta fase intermédia, os alunos fizeram uma visita de estudo a uma indústria de detergentes.

Posteriormente, numa aula de 90 minutos, estimulou-se o questionamento escrito recorrendo ao jogo de cartas "DigQuest" (Neri de Souza & Rocha, 2011), seguido de um questionário intercalar com perguntas abertas dirigidas aos alunos. As perguntas obtidas no jogo de cartas, tiveram como finalidade a familiarização com o ato de fazer perguntas escritas, permitindo deste modo desbloquear e/ou melhorar as competências inerentes ao questionamento. Não foram por isso alvo de análise para responder à questão de investigação que norteava este estudo.

Numa última fase da implementação, realizou-se uma atividade laboratorial em grupo de 3 alunos, com a finalidade didática de determinar a presença de amoníaco em diferentes produtos do quotidiano onde se incluem os detergentes. Alguns dos detergentes analisados foram fornecidos pela empresa que os alunos tinham visitado.

Foram registadas e recolhidas todas as perguntas feitas pelos alunos quando se fez a preparação da aula laboratorial, durante e após a mesma.

A este propósito, Hofstein et al. (2005) referem ainda que: "... providing students with opportunities to engage in inquiry-type experiments in the chemistry laboratory improved their ability to ask high-level questions, to hypothesize, and to suggest questions for further experimental investigations (p.793).

A sequência de certificação, tem como objetivo, a certificação/análise de todo o processo implementado de modo a garantir a fiabilidade dos dados recolhidos. Assim, foi também nesta fase feito um questionário final com questões abertas, bem como uma entrevista semiestruturada a 4 alunos.

De uma forma esquemática, apresenta-se o esquema do design de investigação:

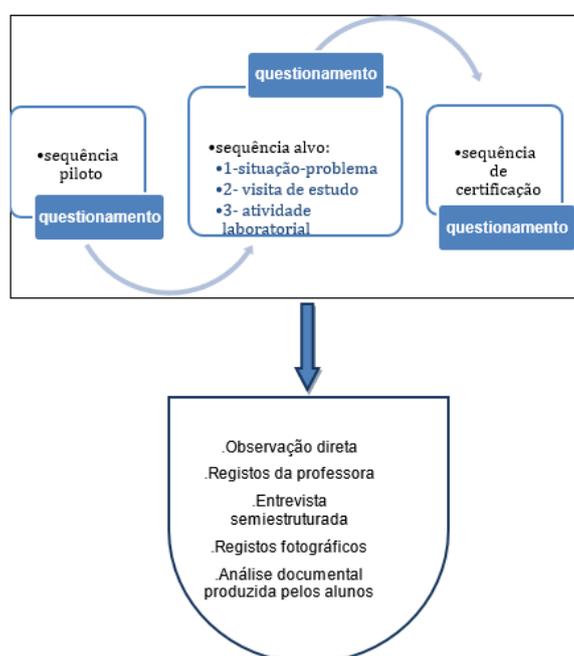


Figura 1. Desenho da investigação.

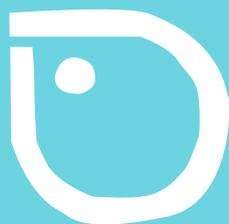
A maioria dos dados obtidos foram de natureza qualitativa pelo que se recorreu ao software webQDA (Web Qualitative Data Analysis) para a sua análise (Neri de Souza & Moreira, 2011).

Categorização da curiosidade epistémica

Se para a categorização das perguntas dos alunos a nível cognitivo há varias propostas conhecidas no mundo académico, todas elas já validadas, o mesmo não acontece com a categorização da curiosidade.

Nesta investigação é apresentada uma proposta de categorização da curiosidade epistémica expressa nas perguntas formuladas pelos alunos. Tem por base os estudos de Litman e Spielberger (2003) que consideraram duas dimensões da curiosidade epistémica, a saber: i) a dispersa (*diverse epistemic curiosity*) e ii) a específica (*specific epistemic curiosity*), ambas associadas a emoções positivas. Na sequência destes estudos Mussel (2010) introduziu uma nova dimensão associada a emoções negativas (*curiosity as feeling of deprivation*), que será no nosso estudo designada por iii) evasiva.

i) Curiosidade Dispersa – É uma curiosidade que se traduz no desejo de conhecer ideias novas, alternativas, estimulantes e precursoras de novos conhecimentos. Caracteriza-se pela procura de conhecimentos gerais, independentemente da fonte direta de estímulos, mas por ela motivado.



Procura ir mais além do conhecimento já adquirido. Segundo Mussel (2010),

Diverse curiosity was first described as being motivated by feelings of boredom or a desire for stimulus variation. In contrast to Berlyne's focus on motivational states, Day (1969) rather considered diverse curiosity as individual difference in dispositional tendencies to engage in exploration. Consequently, diverse curiosity was regarded as desire for new, exciting or amusing stimuli. (p.506)

Litman (2008) considera nos seus estudos a curiosidade dispersa "associated with acquiring knowledge simply for the intrinsic joy of it (i.e. mastery-oriented learning)" (p.1586).

Exemplos de perguntas feitas pelos alunos manifestando uma curiosidade dispersa:

- *é assim que nas indústrias controlam o que querem dos produtos? (na aula sobre o princípio de Le Chatelier).*

ii) Específica – É uma curiosidade que se traduz no desejo de obter informação sobre partes de um todo, suscitada pela novidade, complexidade ou ambiguidade surgida no confronto com um determinado conhecimento. É a curiosidade que procura preencher lacunas no conhecimento, e resolver conflitos intelectuais com anteriores conhecimentos (Mussel, 2010): "Specific curiosity refers to the desire for certain pieces of information, and is initiated by so called collative variables, such as novelty, complexity, or ambiguity" (p.506).

Exemplos de pergunta feita pelos alunos manifestando uma curiosidade específica:

- *em que condições a pressão pode influenciar a evolução de um sistema químico?*

iii) Curiosidade Evasiva – É uma curiosidade associada a emoções negativas como aversão e desconforto, pelo facto de não conseguir dar resposta a estímulos cognitivos ou conhecimentos novos. Não são sentimentos de alegria, prazer, interesse e predisposição para aprender, que dominam este tipo de curiosidade. Bem pelo contrário, esta curiosidade levará o aluno a "fugir" pelo desagradável que está a experienciar, pelo que as suas perguntas tenderão a ser descontextualizadas e incoerentes quando solicitado para tal.

Segundo Bowler (2010),

Curiosity is a state of mind that has both positive and negative feelings attached to it. Contrary to the expectations of many educators and librarians—for whom curiosity is seen as a good thing—the participants in this study frequently juxtaposed curiosity next to terms related to negative feelings, such as nervous, worried, anxious, frustrated, overwhelmed, and aggravated. (p.1341)

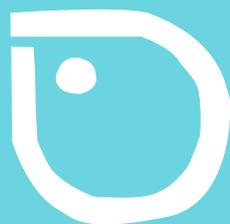
Exemplos de perguntas feitas pelos alunos manifestando uma curiosidade evasiva:

- *para que é que isto nos vai servir no futuro? (aula sobre equilíbrio químico)*

Resultados

Foram analisadas 269 perguntas escritas ao longo deste estudo. Na sequência piloto, 176, na sequência base, 20 perguntas e na última sequência 73 perguntas. A recolha das perguntas não foi feita do mesmo modo, mas tal facto foi tido em conta na análise dos resultados.

Evolução das três dimensões da curiosidade epistémica ao longo deste estudo



Procurando dar resposta a um dos objetivos deste estudo que consistia em analisar se o questionamento de forma continuada, numa abordagem CTS, poderia ser promotor de um aumento da curiosidade expressa pelos alunos, construiu-se uma matriz no webQDA analisando a evolução das perguntas quanto à dimensão da curiosidade expressa nas mesmas ao longo do estudo.

Tabela 1. Evolução das três dimensões da curiosidade epistémica ao longo deste estudo.

| | DISPERSA | EVASIVA | ESPECÍFICA |
|---|------------|------------|------------|
| <u>Sequência piloto</u> | | | |
| 1ª aula (124) | 42 (33,8%) | 16 (12,9%) | 66 (53,2%) |
| 2ª aula (52) | 16 (30,8%) | 13 (25,0%) | 23 (44,2%) |
| <u>Sequência base</u> | | | |
| Vídeo (6) | 3 (50,0%) | 0 (0%) | 3 (50,0%) |
| Visita de estudo | - | - | - |
| AL*-antes (4) | 0 (0%) | 2 (50,0%) | 2 (50,0%) |
| AL-depois (10) | 4 (40,0%) | 0 (0%) | 6 (60,0%) |
| <u>Sequência de certificação</u> | | | |
| 3ª aula (27) | 1 (3,7%) | 12 (44,4%) | 14 (37,8%) |
| 4ª aula (46) | 6 (13,0%) | 10 (21,7%) | 30 (65,2%) |

*AL – Aula Laboratorial

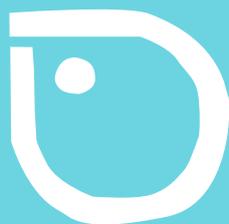
Analisando esta matriz, observa-se que, das 269 perguntas que constam da Tabela 1, 65,4% foram realizadas nas duas primeiras aulas. Este facto pode ser explicado atendendo ao tema das referidas aulas e da sua estreita ligação com o quotidiano dos alunos. De facto, vários estudos referem que quando os temas das aulas fazem sentido aos alunos, isto é quando existe uma ligação entre os temas abordados e situações do quotidiano, há uma maior motivação por parte destes e é despertada a curiosidade epistémica (Hunsche, 2010).

Assim, poder-se-á concluir que temas relacionados com as vivências dos alunos despertarão neles maior curiosidade, isto é um desejo de conhecer e satisfazer uma necessidade intelectual que se irá traduzir em perguntas para colmatar lacunas no seu conhecimento (Bowler, 2010).

A mesma conclusão é corroborada pelos resultados do questionário final. Quando se questiona os alunos se os assuntos relacionados com o dia-a-dia despertam a sua curiosidade, 80% responde afirmativamente.

No excerto de uma entrevista feita a um aluno, este associa a importância de situações do dia a dia com a curiosidade e as perguntas que fez:

Aluno D - eu lembro-me de algumas perguntas que fiz que relacionei com coisas que via na televisão e outras situações que tinham acidentes. Mas mais naquela matéria da segurança....



Não sei como hei de dizer...

Seria de esperar que as perguntas denunciadores de um estado emotivo negativo, caracterizado neste estudo pela dimensão da curiosidade evasiva, fossem menores na sequência de certificação, a última do nosso estudo, pelo facto de os alunos já estarem familiarizados com o ato de perguntar por escrito. Tal não se verifica.

Esta análise também se evidenciou nas entrevistas semi-estruturadas. À pergunta da professora investigadora sobre o que os alunos tinham achado da experiência de ter que fazer perguntas escritas, estes referem:

Aluno B - *eu achei que foi interessante... não só porque eu achava que era muito fácil mas depois quando começou o processo mudei de opinião. Achei que foi muito difícil fazer perguntas porque nos obrigava a estar atento às aulas para descobrir sempre alguma coisa que não sabíamos para questionar e não para questionar perguntas fúteis.*

E o mesmo aluno refere ainda que:

... ao início senti-me um bocado estranho porque não sabia o que perguntar....senti que fui posto à prova para ver se estava a perceber o que a professora estava a dizer.

Outro aluno diz:

Aluno A - *E lá está, todas as aulas com muitas questões, tornava-se um bocadinho maçador...*

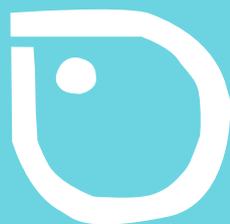
Podemos assim concluir, neste estudo, que apesar de o processo de fazer perguntas escritas ter sido considerado interessante e passível de ser eficaz para um maior conhecimento, por parte dos alunos, o mesmo vem associado a sentimentos de medo (medo de ser avaliado, por exemplo) e de esforço mental.

A estratégia adotada para os alunos escreverem perguntas, após a atividade laboratorial, revelou-se, neste estudo, bastante eficaz, não pela quantidade, obviamente, mas pela qualidade das mesmas. A discussão em grupo de cada uma das perguntas feitas individualmente e seleção das que consideraram as de melhor qualidade, para serem colocadas no relatório final da atividade revelou-se percursor da maior percentagem de perguntas da dimensão diversiva, a par das perguntas colocadas sobre a visualização do vídeo no grupo de trabalho do facebook. Em ambas, houve uma reflexão maior, não só pelo tempo disponível para a elaboração das perguntas, mas também pela exposição pública entre os pares a que as mesmas estavam sujeitas, o que poderá ter influenciado o empenho na elaboração das mesmas.

Também não é alheio o contexto, ou seja, a realização de uma atividade laboratorial. A este propósito, Hofstein et al. (2005) referem que, "...when properly developed, inquiry-centered laboratories have the potential to enhance students' meaningful learning, conceptual understanding, and their understanding of the nature of science" (p. 791).

Assim, podemos concluir que neste estudo, a escrita de perguntas nestes contextos foi uma mais-valia para um incremento na curiosidade diversiva, bem como uma manutenção da curiosidade específica.

Ao longo deste estudo, constata-se uma primazia na dimensão da curiosidade específica, permanecendo quase inalterada ao longo de todo o processo, apesar de 50% dos alunos



considerarem que escrever perguntas lhes dava a possibilidade de divagar na exploração de novas ideias sobre os assuntos abordados o que levaria a prever um maior número de perguntas na dimensão da curiosidade diversiva.

No entanto, no questionário final, quando confrontados com a questão se a escrita de perguntas lhes dava a possibilidade de mostrar à professora que não tinham percebido determinados assuntos, 70% dos alunos responderam que sim. Esta percentagem sobe para 90% quando concordam que escrever perguntas lhes dava a possibilidade de confirmar alguns conhecimentos.

Nas entrevistas aos alunos, esta tendência para a dimensão da curiosidade específica é evidente, apesar de haver um reconhecimento da potencialidade das perguntas para irem mais além do óbvio e/ou do esclarecimento de dúvidas. No entanto, apesar do reconhecimento implícito, não se verifica isso na concretização das perguntas escritas durante todo o processo investigativo. Esta dualidade está presente nos excertos que iremos transcrever:

Professora-investigadora- *então deixa ver se percebi... as perguntas que fizeste e a curiosidade não tem nada a ver.....*

Aluno A- *bem... tem... acaba por ter... mas como é que hei de dizer... não é uma curiosidade estimulante é mais uma curiosidade por necessidade... sim é isso, é uma curiosidade por necessidade... não sei se me percebe, professora...*

Aluno B - *no início, arranjei uma pergunta e era mesmo só para despachar... depois tentei arranjar perguntas para esclarecer dúvidas e para saber mais sobre aquele tema...*

Aluno D - *Eu pelo menos nunca utilizei a minha curiosidade por completo, nas perguntas. Nunca puxei muito pela cabeça para fazer as perguntas...Fazia a primeira pergunta que me vinha à cabeça, por exemplo, o que é o amoníaco...*

Pelo exposto, podemos concluir que não está excluída a possibilidade de haver manifestações significativas da dimensão da curiosidade diversiva, nos alunos alvo deste estudo, por falta de disponibilidade, apetência, ou características individuais dos mesmos. No entanto, neste estudo, não foi possível atingir resultados relevantes nessa dimensão da curiosidade.

Pensamos que a forma intensiva de questionamento, confinada a um curto espaço de tempo correspondente às semanas em que se procedeu a este estudo, poderá ter sido inibidora da manifestação dessa dimensão da curiosidade, por a mesma requerer reflexão, facilidade no ato de escrever perguntas, e também por a mesma não traduzir de imediato mais valias para a consecução do sucesso ambicionado no final de ano letivo.

Evolução do nível cognitivo das perguntas ao longo deste estudo

Outra análise importante deste estudo, foi a da evolução do nível cognitivo das perguntas, segundo a taxonomia SOLO.



Tabela 2. Evolução do nível cognitivo das perguntas ao longo deste estudo.

| | PE | UE | ME | R | EA |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Sequência piloto | | | | | |
| 1ª aula (124) | 16 (13,2%) | 44 (36,4%) | 12 (9,9%) | 28 (23,1%) | 21 (17,4%) |
| 2ª aula (52) | 8 (15,7%) | 20 (39,2%) | 9 (17,6%) | 10 (19,6%) | 4 (7,8%) |
| Sequência base | | | | | |
| Vídeo (6) | 0 (0%) | 2 (33,3%) | 1 (16,7%) | 2 (33,3%) | 1 (16,7%) |
| Visita de estudo | - | - | - | - | - |
| AL-antes (4) | 2 (50%) | 2 (50%) | 0 (0%) | 0 (0%) | 0 (0%) |
| AL-depois (10) | 0 (0%) | 2 (20%) | 2 (20%) | 6 (60%) | 0 (0%) |
| Sequência de certificação | | | | | |
| 3ª aula (27) | 11 (40,7%) | 9 (33,3%) | 4 (14,8%) | 2 (7,4%) | 1 (3,7%) |
| 4ª aula (46) | 13 (27,7%) | 16 (34,0%) | 15 (31,9%) | 2 (4,3%) | 1 (2,1%) |

(PE-pre-estrutural; EU-uni-estrutural; ME- multi-estrutural; R-relacional; EA- extensões abstratas)

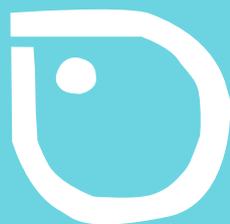
Verifica-se que o nível cognitivo uni-estrutural das perguntas predomina ao longo deste estudo exceto nas perguntas formuladas na atividade laboratorial, após o término desta, onde são as perguntas do nível relacional (60%) a terem essa primazia.

Conclui-se assim, que a estratégia desenvolvida neste estudo que consistia numa discussão em grupo de trabalho no laboratório e colocação das melhores perguntas no relatório, confere uma qualidade cognitiva superior às perguntas formuladas pelos alunos.

Na terceira aula, constata-se uma percentagem superior no nível cognitivo pre-estrutural. A dificuldade do tema abordado e a sua aparente não ligação com vivências ou conhecimentos já adquiridos, poderá ter despoletado algum desinteresse pelo mesmo, originando perguntas descontextualizadas do tema em causa.

Poderá também ser esta uma provável explicação para a não verificação de um número superior de perguntas de elevado nível cognitivo nas últimas aulas do nosso estudo, ao contrário do que alguns estudos têm vindo a referir (Neri de Souza, 2006), bem como uma maior percentagem de perguntas de nível cognitivo elevado (extensões abstratas) na primeira aula do nosso estudo.

Podemos assim concluir, que os temas abordados nas aulas, bem como as estratégias aplicadas para o questionamento são fatores relevantes para perguntas de nível superior na taxonomia SOLO.



Procedendo à triangulação de dados há um pormenor que ressalta e que poderá ter sido condicionador da envolvimento emocional por parte dos alunos neste estudo e eventualmente influenciador dos resultados obtidos. Referimo-nos ao facto de o questionamento ter sido aplicado de forma intensiva, sem prévio conhecimento desta estratégia em anos anteriores, e durante algumas semanas.

De facto, expressões registadas nas notas de campo da primeira aula como:

- ai lá sei...
- mas que perguntas?
- mas ... dúvidas?
- ai, mais perguntas não!.. estou a ficar cansada da cabeça....

demonstram surpresa, sentimentos de incredulidade e até mesmo negação no ato de escrever perguntas. A mesma conclusão é retirada de uma entrevista, bem como do questionário final

Assim, poderemos concluir tendo em conta estes dados que o questionamento deverá ser aplicado de forma gradual, com o intuito de uma familiarização plena do mesmo nos hábitos dos alunos dentro de uma sala de aula.

Curiosidade versus questionamento

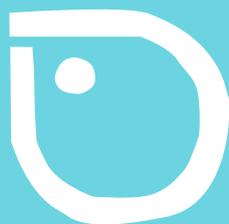
Um outro objetivo deste estudo consistia em relacionar a interdependência entre a curiosidade expressa e o nível cognitivo das perguntas dos alunos. Assim, construiu-se uma matriz com as diferentes categorias da taxonomia SOLO das perguntas escritas pelos alunos versus as três dimensões da curiosidade apresentadas neste estudo. Na tabela seguinte são apresentados os resultados obtidos.

Tabela 3. Relação entre o nível cognitivo das perguntas e as dimensões da curiosidade.

| | Dispersa (72) | | Evasiva (51) | | Específica (145) | |
|----------------------------|---------------|---------|--------------|---------|------------------|---------|
| Pre-estrutural | 3 | (4,2%) | 44 | (86,3%) | 3 | (2,1%) |
| Uni-estrutural | 3 | (4,2%) | 3 | (5,9%) | 88 | (60,7%) |
| Multi-estrutural | 8 | (11,1%) | 3 | (5,9%) | 33 | (22,8%) |
| Relacional | 29 | (40,3%) | 1 | (2,0%) | 20 | (13,8%) |
| Extensões abstratas | 29 | (40,3%) | 0 | (0%) | 1 | (0,7%) |

Verifica-se que as perguntas que são classificadas como expressão de uma curiosidade dispersa, estão inseridas nos níveis cognitivos superiores da taxonomia SOLO (80%).

Na análise das perguntas classificadas como sendo expressão da dimensão da curiosidade específica, conclui-se que as mesmas foram classificadas nos níveis da taxonomia SOLO, uni-estrutural e multi-estrutural. Este facto não é de estranhar visto ambas serem caracterizadas por uma focalização específica num determinado conteúdo, mesmo que haja algumas interligações com outros conteúdos afins.



As perguntas consideradas como sendo denunciadoras de uma curiosidade evasiva, 86,3% destas, são também classificadas no nível mais baixo da taxonomia SOLO, ou seja, são perguntas que consistem na tentativa de obtenção de informações sem organização ou sentido e descontextualizadas dos conteúdos abordados na aula.

Verifica-se ainda que as relações entre as dimensões da curiosidade e os níveis cognitivos da taxonomia SOLO, não são estanques e fechadas sobre si mesmas. Isto é, pode haver perguntas que apesar de serem consideradas numa dimensão da curiosidade diversa, são classificadas no nível inferior da taxonomia SOLO.

É exemplo disso, a pergunta:

Aluno A - *poderá haver alguma reação em que o amoníaco intervenha, e que depois haja formação de um composto que combata o cancro em geral?*

Ou ainda, perguntas classificadas no nível superior da taxonomia SOLO e no entanto inseridas na dimensão da curiosidade específica:

Aluno B - *até agora só falámos da função do amoníaco nos detergentes e percebemos que o seu papel faz a diferença e é insubstituível, nos outros produtos em que é utilizado também é assim tão fundamental?*

Ou mesmo perguntas de um nível cognitivo superior como o relacional serem consideradas como pertencentes a uma dimensão da curiosidade evasiva:

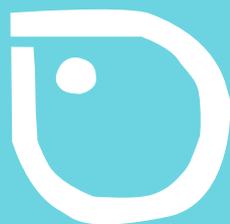
Aluno C - *há algum benefício em os sistemas entrarem em equilíbrio?*

Podemos assim inferir que há uma interdependência entre o nível cognitivo das perguntas e a dimensão da curiosidade epistémica expressa nas mesmas, não sendo a mesma balizada por fronteiras fechadas.

Importa, no entanto, salientar que, se ao nível da taxonomia SOLO há uma hierarquização das categorias, iniciando-se no nível pre- estrutural e terminando no nível extensões abstratas, o mesmo não é considerado, neste artigo, para as dimensões da curiosidade epistémica, mas pode ser apreciado no trabalho de Salgado (2013).

Assim, considera-se que ambas as dimensões específica e dispersa são igualmente importantes, não inseridas em patamares hierárquicos distintos, dependendo a sua relevância das finalidades que se pretendem no ensino e nas escolas. Uma, a curiosidade específica, conduzirá ao desenvolvimento de alunos com elevada performance em termos de provas específicas, factuais e objetivas, mas com poucas possibilidades de serem criativos, inventivos e inovadores em atividades diferentes que não as académicas.

A outra, a dimensão da curiosidade dispersa, tenderá a desenvolver alunos para a mestria, para o estímulo e desenvolvimento de novas ideias e tecnologias. Muito provavelmente, alunos que tenham um excesso desta dimensão da curiosidade (curiosidade dispersa) em detrimento da dimensão da curiosidade específica, não terão bons resultados em provas finais de avaliação se estas forem provas de aplicação concreta e objetiva de conteúdos.



Importa ainda referir que as perguntas obtidas no jogo DigQuest não foram diretamente inseridas nesta análise, pois as mesmas foram resultado da aplicação de uma estratégia na promoção de um desbloqueamento na escrita de perguntas pelos alunos (Salgado, 2013).

Conclusões

Tendo em consideração os objetivos que nortearam este estudo, operacionalizados numa sequência didática que tinha por base um tema CTS – o amoníaco, foram estipuladas três sequências que envolveriam aulas genericamente designadas como teóricas, uma aula laboratorial e uma visita de estudo. Em todas as sequências recorreu-se ao questionamento de forma continuada e diversificando as estratégias de implementação do mesmo (Salgado, 2013).

Assim, podemos estabelecer, depois de uma análise mais completa e triangulação de resultados, uma interdependência entre as dimensões da curiosidade expressa e o nível cognitivo das perguntas, resumido na figura seguinte:

Figura 2. Interdependência entre curiosidade e questionamento.

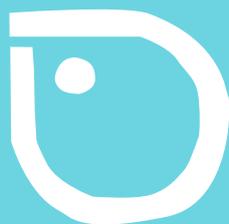


Verifica-se que as perguntas emergem de um fundo onde predomina a curiosidade. Já Kashdan e Silvia (2008) referiam que quando curiosos, os alunos fazem perguntas.

Assim, neste estudo, concluímos que perguntas de nível cognitivo superior, estão predominantemente associadas à dimensão da curiosidade dispersa e as de nível cognitivo inferior à dimensão da curiosidade evasiva. Verifica-se ainda uma ligação entre a dimensão da curiosidade específica e os níveis intermédios da taxonomia SOLO das perguntas feitas pelos alunos.

Neste estudo não podemos concluir de forma inequívoca que o questionamento de forma continuada foi promotor de um aumento da curiosidade expressa pelos alunos. De facto, verifica-se pelos dados obtidos que as percentagens da dimensão da curiosidade dispersa são menores nas últimas aulas, na sequência de certificação do que nas primeiras, ou seja, na sequência piloto. Nas percentagens da dimensão da curiosidade específica verifica-se um ligeiro aumento que consideramos não ser relevante para poder generalizar ao estudo em causa. No entanto, o facto de os alunos não estarem familiarizados com o questionamento e este ter sido implementado de forma intensiva, pode ter sido fator inibidor/constrangedor dos resultados previstos.

Contudo, também não será alheio a este facto, os conteúdos abordados nas referidas sequências. Enquanto que na primeira os temas das aulas eram diretamente relacionados com o quotidiano dos alunos, havendo por isso uma maior ligação com o dia a dia, na última os conteúdos abordados



eram de cariz fundamentalmente teórico.

Esta evidência, permite-nos deste modo concluir que assuntos/temas relacionados com o seu quotidiano são promotores de uma curiosidade expressa, sobretudo na dimensão da curiosidade específica. Ou seja, os alunos pretendem sobretudo colmatar lacunas no seu conhecimento.

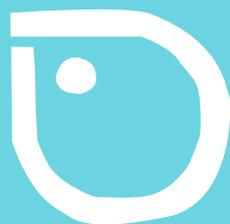
Em suma, podemos resumir com este estudo que:

- os alunos respondem positivamente às estratégias de incentivo ao questionamento;
- nem sempre as perguntas são originadas pela curiosidade, mas que esta quando presente, levará a que os alunos façam perguntas;
- o incentivo ao questionamento deverá ser equilibrado na frequência e no tempo necessário para o amadurecimento da aprendizagem do ato de fazer perguntas.
- o questionamento em sala de aula, é facilitado quando contextualizado com abordagens onde haja prévio conhecimentos ou ligações com o quotidiano dos alunos.

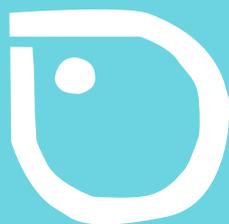
Deste modo, pensamos que um estímulo ao questionamento em sala de aula, conduzirá a uma manutenção eficaz da curiosidade evitando que esta se “perca”, no processo natural de desenvolvimento do aluno. A escola é assim responsável pela permanência viva e libertadora da curiosidade, a fim de alcançar uma aprendizagem ativa e compensadora para o aluno.

Referências

- Acevedo Diaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 1, 3-16.
- Auler, D. (2007). Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro *Ciência & Ensino*, 1.
- Bowler, L. (2010). The Self-regulation of curiosity and interest during the information search process of adolescent students. *Journal of The American Society for Information Science and Technology*, 61(7), 1332-1344. doi: 10.1002/asi.21334
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Chin, C. (2001). Learning in science: What do students' questions tell us about their thinking? *Education Journal*, 29(2), 85-103.
- Gil, V. M. S. (2011). Dos quês aos porquês no ensino da química. *Revista da Sociedade Portuguesa de Química*, 55-61.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of research in science teaching*, 42(7), 791-806. doi: 10.1002/tea.20072



- Hunsche, S. (2010). *Problemas reais e curiosidade epistemológica: uma relação a partir da abordagem temática*. Paper presented at the II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia
- Kashdan, T. B., & Silvia, P. J. (2008). Curiosity and interest: the benefits of thriving on novelty and challenge. *Handbook of Positive Psychology*, Publisher: Oxford University Press, pp.367-375 DOI: 10.1093/oxfordhb/9780195187243.013.0034
- Koo, D., & Choi, Y.-Y. (2009). Knowledge search and people with high epistemic curiosity. doi: 10.1016/j.chb.2009.08.013
- Litman, J. A. (2008). Interest and deprivation factors of epistemic curiosity. *Personality and Individual Differences*, 44(2008), 1585-1595. doi: 10.1016/j.paid.2008.01.014
- Litman, J. A., & Spielberger, C. D. (2003). Measuring epistemic curiosity and its diverse and specific components. *Journal of Personality Assessment*, 80(1), 75-86.
- Martins, I. P., Caldeira, H., Costa, J. A. L., Lopes, J. M. G., Simões, M. O., Simões, T. S., ... Pina, E. P. (2003). *Programa de Física e Química A 11.º ano (1ª ed.)*. Lisboa, Portugal: Ministério da Educação, Departamento de Ensino Secundário.
- Mussel, P. (2010). Epistemic curiosity and related constructs: lacking evidence of discriminant validity. *Personality and Individual Differences*, 49(2010), 506-510. doi: 10.1016/j.paid.2010.05.014
- Neri de Souza, F. (2006). *Perguntas na aprendizagem de Química no ensino superior*. Aveiro.
- Neri de Souza, F. (2009). *Questionamento activo na promoção da aprendizagem activa*. Paper presented at the Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.
- Neri de Souza, F., & Moreira, A. (2010). Perfis de questionamento em contextos de aprendizagem online. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, 12, 15-25.
- Neri de Souza, F., & Rocha, L. S. (2011). Blogs escolares: desenvolvendo uma aprendizagem ativa. In M. B. C. Leão (Ed.), *Tecnologias na educação: uma abordagem crítica para uma atuação prática* (pp. 163-179). Recife, Brasil: Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Olson, S., & Loucks-Horsley, S. (2000). *Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- Pedrosa de Jesus, H. (1995). As perguntas dos alunos como meio auxiliar de ensino/aprendizagem: contributos para uma prática auto-reflexiva. In I. Alarcão (Ed.), *Supervisão de professores e inovação educacional* (pp. 125-133). Aveiro: CIDIne
- Pedrosa, H., & Moreira, A. (2009). The role of students' questions in aligning teaching, learning and assessment: a case study from undergraduate sciences. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34(2), 193-208. doi: 10.1080/02602930801955952
- Salgado, L.T. (2013). *Questionamento e curiosidade num contexto CTS: um estudo de caso*. Dissertação de mestrado. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Schein, P. Z., & Coelho, S. M. (2006). O papel do questionamento: Intervenções do professor e do aluno na construção do conhecimento. *Caderno Brasileiro Ensino Física*, 23, 68-92.



- Schmitt, F. F., & Lahroodi, R. (2008). The Epistemic Value of Curiosity. *Educational Theory*, 58(2), 125-150.
- Silva, P. B., Neri de Souza, F., Cavalcante, P. S., & Leite, L. (2012). *Potencialidades da pergunta e da curiosidade científica e suas inter-relações na educação em ciências*. SUBMETIDO Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.
- Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. (2011). *A educação em ciências com orientação CTS*. Lisboa: Areal Editores.
- Yager, R., Choi, A., Yager, S., & Akcay, H. (2009). A comparison of student learning in STS vs those in directed inquiry classes. *Electronic Journal of Science Education*, 13(2), 186-20.