

## MICROBIOLOGIA NO 1.º CEB - UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL SOBRE HIGIENE ORAL

Paulo Mafra<sup>1,3</sup>, Nelson Lima<sup>2,3</sup> & Graça S. Carvalho<sup>3</sup>

4. Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal.

5. CEB – Centro de Engenharia Biológica, Universidade do Minho, Braga, Portugal.

6. CIEC, Instituto de Educação, Universidade do Minho, Braga, Portugal.

### RESUMO

Com o objetivo de promover o ensino da microbiologia no 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) apresenta-se uma proposta de atividade experimental sobre o tema *higiene oral*. Seguindo um modelo construtivista, pretende-se que as crianças compreendam que o ato de lavar os dentes reduz significativamente a quantidade de bactérias existentes na boca contribuindo, desta forma, para reduzir a probabilidade de virem a desenvolver futuramente cáries.

Esta atividade prática aplicou-se a uma turma de 16 alunos de Bragança que frequentavam o 4.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) e centrou-se em duas questões problema. Questão1: *Os teus dentes têm micróbios?*; Questão2: *Porque devemos lavar os dentes depois das refeições?* Para obter resposta à Questão1 recorreu-se à observação microscópica de uma amostra de placa dentária das crianças. Já para a Questão2 foram usados meios de cultura contaminados antes e depois da lavagem dos dentes. O procedimento experimental, que serviu de guia e registo, apresentou a seguinte tipologia: “Questão-problema”, questão inicial que se queria ver respondida no final da atividade; “Antes da experiência”, onde os alunos registaram as suas previsões; “Experiência”, espaço com os procedimentos a seguir e onde os alunos registaram as suas observações; “Depois da experiência”, onde fizeram uma reflexão acerca das observações realizadas, comparando-as com as previsões iniciais, assim como o registo das respostas às questões-problema.

Os resultados mostram que os alunos passaram a reconhecer que têm micróbios na boca e que estes são os potenciais responsáveis pelo aparecimento das

cáries dentárias. Verificaram também a eficácia do processo de lavagem dos dentes. Concluimos, desta forma, que esta atividade sobre microbiologia poderá ajudar as crianças, logo no 1.º CEB, através de uma forma autónoma e responsável, a entender a razão que leva ao aparecimento das cáries e o modo como as podem evitar. Consequentemente, espera-se que o ato de lavar os dentes não seja associado apenas a um comportamento socialmente correto ou a uma simples norma a cumprir.

**Palavras-chave:** Microrganismos; Atividades experimentais; Higiene oral; Ensino Básico.

## 1. INTRODUÇÃO

É reconhecido por vários autores que o ensino experimental das ciências desenvolve na criança capacidades manipulativas e de raciocínio, permitindo um melhor conhecimento do mundo que a rodeia, possibilitando o desenvolvimento de competências em áreas curriculares para além das ciências (Sá, 2002; Mata et al., 2004; Sá e Varela, 2007; Harlen, 2007). Da mesma forma, de acordo com Partridge (2006), as atividades experimentais de ciências no ensino básico permitem às crianças realizar importantes aprendizagens transversais ao currículo, ao nível da compreensão e expressão oral e escrita, da matemática e do pensamento. Neste sentido, Charpak (2005) e Harlen (2007) defendem que as competências básicas de leitura, escrita e cálculo desenvolvem-se melhor quando contextualizadas noutras áreas curriculares e quando usadas como instrumentos ao serviço delas. Assim, o ensino das ciências, pela via experimental, pode ser uma oportunidade para esse desenvolvimento, além de que, de acordo com Harlen (2007), estas atividades, quando realizadas num clima de liberdade de comunicação e respeito pelas opiniões dos outros, suscitam situações que estimulam as crianças a falar, a comunicar, a discutir ideias, a descrever, a interpretar e a contestar o resultado das observações, aprendem e utilizam palavras novas para explicar e ordenar as suas próprias ideias.

Assim, a importância do trabalho prático e experimental é hoje amplamente reconhecida como componente essencial da educação em ciências na escolaridade básica. São muitas as razões que tendem a enfatizar as suas potencialidades em termos de capacidades e processo de construção do conhecimento que os alunos poderão desenvolver (Varela, 2009). No entanto, para o professor promover aulas em que o ensino experimental seja uma realidade, este deve, segundo Sá (1996), ser capaz de formular questões estimuladoras do pensamento e ação dos alunos, levando-os ao confronto das suas próprias ideias com a evidência experimental. Deve conseguir envolver a comunidade-turma em que se insere num fluxo contínuo de pensamento e ação.

A temática dos microrganismos pode ser explorada logo nos primeiros anos de escolaridade, recorrendo ao ensino experimental (Mafra e Lima, 2009; Byrne, 2011; Mafra, 2012). De acordo com Jones e Rua (2006), a curiosidade natural das crianças do ensino básico é uma porta de entrada para a ocorrência de aprendizagens que levem os alunos a uma melhor compreensão acerca destes seres vivos. Em Portugal, ao nível do 1.º CEB, esta temática não é explícita no programa nem nos manuais escolares, no entanto, podemos encontrar conteúdos que abordam indiretamente esta temática, ou lhe estão associados, e desenvolver atividades que promovam aprendizagens nesta área (Mafra e Lima, 2009).

De facto, alguns estudos vêm provar que as crianças, desde cedo, são capazes de aprender sobre microrganismos (Carey, 1985; Byrne e Sharp, 2006; Byrne, 2011; Mafra, 2012). Contudo, verifica-se que mesmo após o ensino formal muitas crianças continuam a reter ideias alternativas, contraditórias e negativas sobre a ação dos microrganismos que parecem resistir ao longo do tempo. Muitas dessas ideias sobre os microrganismos estão enraizadas na sua imaginação e fantasia e não nas evidências científicas. Estas concepções podem ser muito resistentes, dificultando a mudança conceptual, tornando-se premente, portanto, uma alteração urgente no tipo de abordagem a esta temática, de preferência, o mais cedo possível na escolaridade (Byrne, 2011).

Em vários países, os microrganismos estão incluídos no currículo de ciências e nas orientações curriculares, sendo, desta forma, reconhecida a sua

importância (Byrne e Sharp, 2006). No entanto, no caso português, Mafra e Lima (2009) identificam a referência aos microrganismos no 1.º CEB como inexistente ou muito incompleta, pelo que reforçam a importância da realização de uma abordagem mais inclusiva e completa dos microrganismos logo a partir do 1.º CEB, tanto ao nível dos programas curriculares como nos manuais escolares.

Byrne e Sharp (2006) referem que muitas das ideias erradas que as crianças apresentam sobre microrganismos vêm também do facto de não terem tido acesso a imagens científicas desses seres. Para além disso, torna-se difícil, especialmente em crianças mais novas, o entendimento da noção de ‘*ser microscópico*’, dado ser algo que não se vê à vista desarmada. Assim, as ideias apresentadas pelas crianças baseiam-se nas suas intuições e aproximam-se de representações que lhes são familiares, como forma de explicarem as suas ideias. Este facto aponta para a necessidade de mostrar às crianças, logo desde cedo, imagens reais de microrganismos vistos ao microscópio, e realizar atividades experimentais em que tenham um contacto real com estes seres vivos. Desta forma, torna-se necessário desenvolver contextos de aprendizagem inovadores e explorar mais este conteúdo, no sentido de promover uma aprendizagem efetiva acerca do tema, potenciando o aumento da literacia científica das crianças.

Neste sentido, as aprendizagens devem incluir o desenvolvimento de trabalhos práticos envolvendo as crianças em processos investigativos. Para o efeito, os professores necessitam de previamente conhecer o que as crianças já sabem, através do uso de metodologias específicas, de forma a poderem colocar em causa as ideias prévias apresentadas e garantir o progresso das crianças na sua aprendizagem. Abordagens baseadas na aprendizagem construtivista, desenvolvendo o conhecimento e a compreensão sobre a estrutura, funções e aplicações dos microrganismos durante o ensino básico e secundário ajudarão a garantir e a manter esse progresso (Byrne e Sharp, 2006; Byrne, 2011; Mafra 2012).

As atividades que aqui se apresentam foram planificadas e aplicadas em sala de aula (Mafra, 2012) e surge no âmbito da valorização do ensino da microbiologia no 1.º CEB e o contributo dessa temática para a melhoria da

compreensão das questões relacionadas com a higiene oral. Tiveram como objetivos principais levar os alunos a reconhecer que têm microrganismos na boca e verificarem a eficácia do processo de escovagem dos dentes como contributo para a diminuição da quantidade desses microrganismos, contribuindo assim para a promoção da sua saúde oral.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Desenho do protocolo experimental**

Seguindo a mesma tipologia de apresentação de Martins et al. (2008) e adaptando ao tema “microrganismos”, a atividade foi planificada de acordo com as seguintes secções: a) enquadramento curricular; b) finalidade da atividade; c) guião de atividade (para o professor); d) protocolo experimental (para o aluno).

#### ***a) Enquadramento curricular***

Realizou-se o enquadramento curricular da atividade no programa do 1.º CEB (ME, 2001; ME, 2004) identificando secções em que o tema é abordado indiretamente (Quadro 1). Desta forma, não se tratando de uma temática com uma área dedicada no programa, existem secções em que esta pode ser incorporada de forma a enriquecer o Currículo e o Programa do 1.º CEB, nomeadamente a área de Estudo do Meio (Mafra e Lima, 2009).

Quadro 1 - Secções do currículo e do programa de Estudo do Meio do 1.º CEB (ME, 2001; ME, 2004).

Ano Escolaridade	Bloco do Programa do 1.º CEB	Temáticas abordadas/observações
1.º	Bloco 1- <i>À descoberta de si mesmo.</i> Ponto 4: <i>A saúde do seu corpo.</i>	Reconhecimento das normas de higiene do corpo e dos alimentos: lavar as mãos antes de comer, lavar os dentes, lavar os alimentos; o conhecimento e aplicação das normas de vigilância da sua saúde (idas periódicas ao médico, boletim individual de saúde).
2.º		Hábitos de higiene diária, importância da água potável, do prazo de validade dos alimentos, higiene dos espaços de uso coletivo; reconhecimento da importância da vacinação para a saúde.

**b) Finalidade da atividade (para o professor)**

Com esta atividade pretendeu-se salientar a importância da higiene oral. Para isso, os alunos foram levados a reconhecer que existem microrganismos na boca cujo desenvolvimento deverá ser controlado, sob pena destes poderem vir a provocar cáries. A atividade evidencia ainda que o controlo desses microrganismos passa pela adoção de hábitos de higiene diários.

A execução da atividade parte de duas questões-problema apresentadas num protocolo, às quais se pretende que os alunos respondam no final do mesmo: *Os teus dentes têm micróbios?; Porque devemos lavar os dentes depois das refeições?*

A atividade inicia-se com uma observação microscópica de uma amostra de placa dentária, retirada diretamente dos dentes de um aluno, que, observada ao microscópio, comprova a existência de bactérias nos dentes. De seguida, verifica-se a eficácia do processo de escovagem dos dentes, comparando contaminações de meios de cultura em placa de Petri em duas situações: antes e depois de lavar os dentes.

A atividade permite o desenvolvimento de alguns conceitos, procedimentos, técnicas e atitudes que podem ser destacados conforme Quadro 2, adaptado de Garcia Barros e colaboradores (1997).

Quadro 2 - Relação entre os conceitos, procedimentos, técnicas e atitudes trabalhados com a atividade desenvolvida (Adaptado de Garcia Barros et al, 1997).

Conceitos	Procedimentos	Técnicas	Atitudes
Nos dentes existem micróbios vivos que fazem parte da “flora normal” da boca, mas podem desenvolver-se de forma anormal e provocar cáries dentárias se não forem devidamente controlados através de uma correta higiene oral.	Identificação e controlo de variáveis. Registo de dados em tabelas. Registo em desenho. Observação e interpretação. Leitura de tabelas. Leitura e interpretação de placas de Petri cultivadas (colónias). Discussão e troca de ideias. Apresentação de resultados.	Preparação de observação microscópica. Cultura de bactérias em placa de Petri. Manuseamento do microscópio. Contagem de colónias de microrganismos (grau de contaminação).	Valorização das medidas preventivas das cáries dentárias (higiene oral).  Reconhecimento da adoção de determinados comportamentos como um modo de controlar, autonomamente a sua saúde e a dos outros.

### c) Guião da atividade (para o professor)

O guião foi criado com a finalidade de ajudar o professor a orientar a atividade de exploração experimental. Encontra-se organizado de forma a que se obtenha um fio condutor consistente e lógico, promovendo uma prática de ensino construtivista. Aqui também se informam aspetos técnicos que poderão ajudar na apresentação do tema, o contexto de exploração da atividade e as metodologias a desenvolver no decorrer da mesma. No início da atividade os alunos são confrontados com uma *questão problema* que é o ponto de partida e objeto de exploração experimental em grupo. Fazem previsões iniciais e seguem um procedimento com o objetivo final de encontrar uma resposta ao problema inicial. A atividade foi estruturada de modo a que as crianças façam previsões e inferências, sejam capazes de distinguir dados de uma observação, façam registos significativos de forma diversificada, façam interpretações, cheguem a conclusões e confrontem resultados obtidos com as previsões feitas, apoiando-as ou contrariando-as. Desta forma, a atividade apresenta uma tipologia *Prevê-Observa-Explica-Reflete* (POER) (Leite, 2001). Apresenta-se, no final do guião, as conexões possíveis com áreas curriculares do programa do 1.º CEB, para além do Estudo do Meio, nomeadamente as áreas do Português, Matemática e Expressão Plástica.

O guião elaborado constitui-se em várias secções: a) *Propósito da atividade*; b) *Contexto de exploração*; c) *Metodologia da exploração*; c.1) *Como vão registar*; c.2) *O que verificam*; d) *Conexões da atividade com áreas curriculares do Programa do 1.º CEB* e, e) *Notas adicionais*.

#### **d) Protocolo experimental (para o aluno)**

O procedimento experimental usado pelos alunos no decorrer da atividade é particularmente útil em dois domínios: por um lado, serve de apoio à realização das atividades a implementar (tanto na sua sequência como na sua natureza); por outro lado, permite que o aluno faça registos das suas observações, em forma de texto e/ou desenho e em tabelas. Existe, desta forma, uma organização da informação que vai sendo registada e que ajuda o aluno a responder no final do protocolo à questão-problema colocada inicialmente.

Apesar do protocolo abordar duas atividades diferentes em momentos distintos, a junção das duas questões-problema torna-se pertinente dada a complementaridade das atividades. Primeiro, permite que os alunos observem, de facto, os microrganismos da boca; depois, comprova-se a eficácia da escovagem dos dentes na redução dos microrganismos da boca. Além das questões-problema, o protocolo divide-se em três partes principais: secção *Antes da Experiência*, onde se apresenta o material a manipular e se convida os alunos a fazer previsões; secção *Experiência*, onde se apresentam os diversos passos a executar e onde os alunos registam dados resultantes das observações realizadas; e secção *Depois da Experiência*, onde os alunos refletem acerca dos resultados obtidos e respondem às questões-problema iniciais.

## **2.2. Participantes**

As atividades foram realizadas com 16 alunos de uma turma do 4.º ano de escolaridade de uma escola do 1.º CEB do concelho de Bragança. Com uma média de idade de 9 anos, 50% dos alunos eram do sexo masculino e outros 50% do sexo feminino.

Os alunos organizaram-se em grupos de 4 elementos e realizaram a atividade tendo como base orientadora o protocolo experimental e como ponto

de partida, as questões-problema nele enunciadas. Ao longo da atividade, os alunos realizaram previsões, observações, registos e interpretações que foram, posteriormente, analisados e interpretados.

### 3. RESULTADOS

Apresentam-se de seguida alguns registos realizados pelos alunos ao longo da atividade.

Colocada a questão-problema “*Os teus dentes têm micróbios?*” os alunos registaram previsões acerca do que achavam que iriam encontrar se observassem uma amostra de placa dentária ao microscópio. Verificou-se que cerca de 40% das crianças considerou que iria encontrar micróbios na placa dentária.

Apresentam-se algumas respostas:

- *Uma massa branca que cheira mal (aluno G4);*
- *Penso que observaria um risco branco com bolinhas muito pequeninas (aluno G1);*
- *Observaria alguns micróbios da placa dentária (aluno G4);*
- *Eu penso que observaria micróbios a roer a placa dentária (aluno G2);*
- *Eu acho que os meus dentes têm micróbios e a placa dentária teria lá micróbios (aluno G3).*

Algumas chegaram a afirmar que irião observar micróbios “*a roer a placa dentária*”, atribuindo-lhes características animais.

Após o registo das suas previsões, os alunos avançaram para a realização da experiência, seguindo as indicações do protocolo. Com a ajuda dos professores, retirou-se uma amostra de placa dentária a um aluno de cada grupo e efetuou-se a fixação e coloração das lâminas.

Os alunos observaram as preparações ao microscópio (Fig. 1) e desenharam-nas (Fig. 2). Ao microscópio eram visíveis os restos de comida e, misturados, alguns exemplares de bactérias.



Figura 1 - Observação da placa dentária ao microscópio.

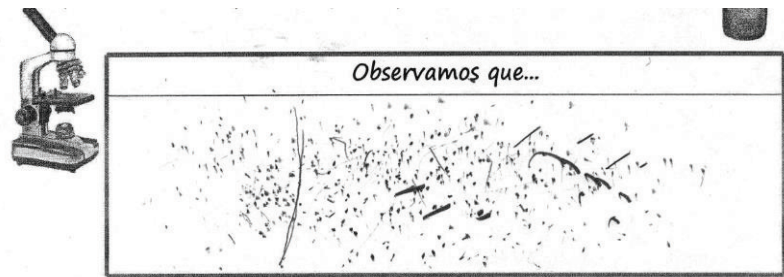


Figura 2 – Exemplo de um registo executado por um aluno.

Na secção do protocolo “*Verificamos que...*” descreveram o que observaram. Apresentam-se alguns exemplos:

- *Verificamos que os dentes têm restos de comida e bactérias e as bactérias têm a forma de um fio e de uma bola. As bolas chamam-se cocos e os fios chamam-se bacilos (aluno G4);*
- *Verificamos que a placa dentária é constituída por bactérias e restos de comida (alunos G1 e G3);*
- *Na placa dentária há bactérias que são os cocos e os bacilus (aluno, G2).*

As respostas evidenciam que os alunos passaram a reconhecer efetivamente a presença de bactérias na placa dentária. Além disso, passaram a adquirir vocabulário relacionado com o tema quando associaram os termos *cocos* ou *bacilos* às bactérias. Após esta abordagem voltou-se a questionar acerca da causa das cáries nos dentes. A maioria associou de imediato as bactérias da placa dentária ao aparecimento das cáries.

Como resposta à questão-problema inicial: *Os teus dentes têm micróbios?* apresentam-se alguns registos:

- *Sim. Os dentes têm micróbios (as bactérias) (aluno G2);*
- *Sim. Existem micróbios na placa dentária (aluno G4);*
- *Sim. Existem micróbios nos dentes (alunos G3 e G1).*

Verifica-se que os alunos concluem com destreza acerca da presença de bactérias nos dentes/placa dentária.

Passando à segunda questão-problema “*Porque devemos lavar os dentes depois das refeições?*” as respostas foram surgindo, mas todas apontavam para o facto de “*como no final das refeições ficamos com restos de comida nos dentes, os micróbios vão-se desenvolver e podem provocar cáries*” (aluno G4). Para comprovar esta hipótese foi proposta outra atividade, desta vez envolvendo a lavagem dos dentes. Foram utilizadas placas de Petri com meio de cultura para contaminação com a placa dentária retirada da boca dos alunos, antes e após lavarem os dentes (Fig. 3 e 4).



Figura 3 – Lavagem dos dentes antes da contaminação da placa de Petri.



Figura 4 - Recolha de placa dentária após lavagem dos dentes.

Posteriormente, as placas foram colocadas no parapeito da janela da sala de aula. Foi explicado aos alunos que teriam de esperar que as bactérias se multiplicassem e isso demoraria, pelo menos, dois dias. Apenas nessa altura responderiam às questões e concluiriam a atividade. Contudo, alguns alunos verbalizaram as suas previsões. A maior parte manifestava a opinião de que na placa “antes de lavar os dentes” iriam aparecer mais colónias de bactérias do que na placa “depois de lavar os dentes”.

Passados dois dias, as placas foram recolhidas e distribuídas pelos grupos. Observaram-nas (Fig. 5) e fizeram a contagem das colónias de bactérias em cada placa, comparando resultados entre grupos. De salientar que os alunos usaram o termo “*colónia*” quando se referiam às manchas nas placas, demonstrando terem adquirido facilmente o vocábulo para explicar os seus resultados.



Figura 5 - Observação das placas contaminadas (esquerda) e registo da contagem de colónias no protocolo (direita).

De seguida, os alunos desenharam os seus resultados na ficha do protocolo (Fig. 6) e foram questionados relativamente ao número de colónias em cada placa. Todos reconheceram, confirmando as suas previsões, que a placa “antes de lavar os dentes” apresentava mais bactérias que a placa “depois de lavar os dentes” (Fig. 7).

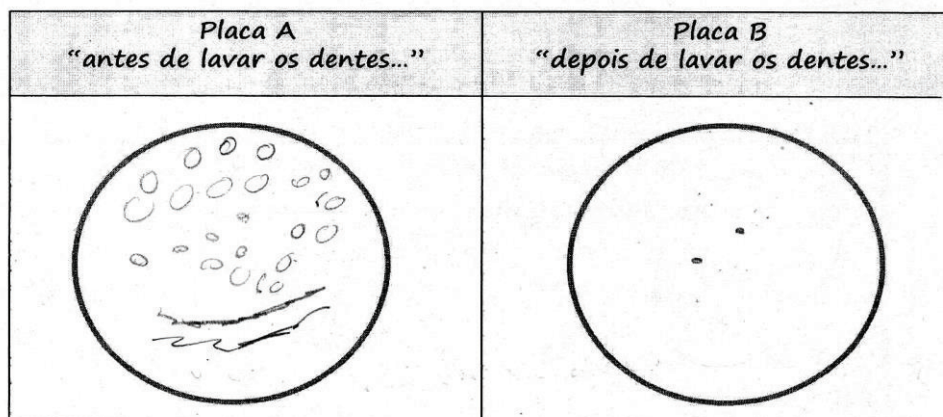


Figura 6 – Exemplo de um dos registos realizado pelos alunos acerca da análise das placas contaminadas.

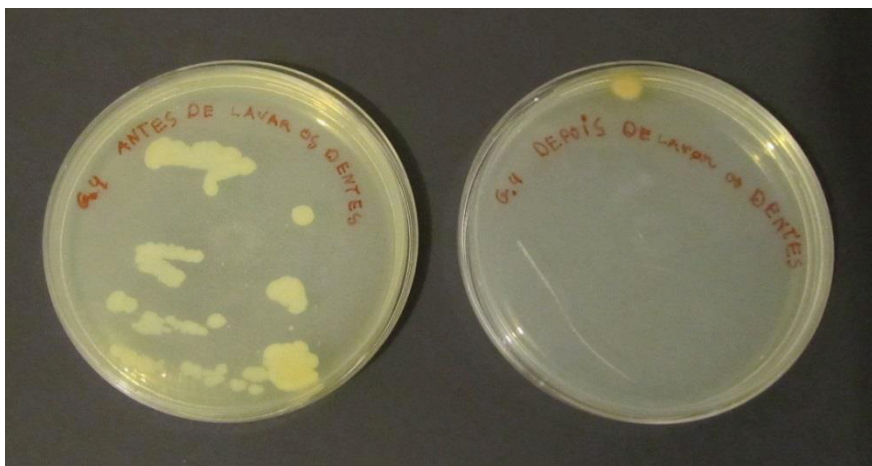


Figura 7- Aspeto das placas de Petri contaminadas antes (esquerda) e depois de lavar os dentes (direita).

Escreveram também respostas nesse sentido, como demonstram os seguintes exemplos::

- *A placa tinha antes [de lavar os dentes] bactérias e depois já não tinha (aluno G4);*
- *Antes de lavar os dentes tinha muitas bactérias e depois de lavar os dentes tinha poucas (aluno G3);*
- *A placa antes de lavar os dentes tem mais bactérias do que a placa depois de lavar os dentes (alunos G2 e G4).*

Em síntese, os alunos identificaram a diferença do número de bactérias entre a placa “antes de lavar os dentes” e “depois de lavar os dentes”.

Os alunos concluíram a atividade, registando a resposta à questão problema inicial: “*Porque devemos lavar os dentes depois das refeições?*” Apresentam-se algumas respostas representativas da generalidade das respostas:

- *Porque, se não lavarmos os dentes ficamos com cáries (aluno G1);*
- *Para depois não ficarmos com bactérias nos dentes (aluno G1);*
- *Sim porque depois podemos ter muitas bactérias nos dentes e isso é muito mau (aluno G3);*
- *Devemos lavar depois das refeições porque podemos apanhar doenças como as cáries (aluno G4);*

- *Porque podemos ficar com bactérias e criar cáries e os dentes ficam com buracos (aluno G4).*

As respostas foram unânimes ao atribuírem às bactérias a causa das cáries dentárias. Ocorreu, desta forma, uma mudança comparativamente ao início da intervenção, em que, numa discussão prévia com a turma, a causa apontada pelos alunos para o aparecimento de cáries nos dentes estava relacionada, unicamente, com o tipo de alimentos ingeridos, ricos em açúcar, e não relacionando com a presença de micróbios. Por outro lado, as crianças compreenderam que a lavagem dos dentes ajuda a diminuir a quantidade de bactérias e, como consequência, ajuda a diminuir a probabilidade do aparecimento futuro de cáries dentárias.

### **Conclusão**

Esta atividade experimental contribuiu para a melhoria da perceção dos alunos relativamente ao reconhecimento da presença de microrganismos na boca. Comportamentos relacionados com a sua higiene pessoal, nomeadamente a lavagem dos dentes, passaram a ser entendidos como comportamentos relacionados com a eliminação de microrganismos nocivos à saúde e não simplesmente como uma regra a cumprir por mera obrigação normativa.

A tipologia do protocolo utilizado permitiu que as crianças realizassem as atividades num clima de reflexão e chegassem às respostas das questões-problema com facilidade.

Os resultados aqui apresentados apoiam a necessidade de uma mudança na metodologia da abordagem aos microrganismos, logo ao nível do 1.º CEB. É importante que as crianças reconheçam, desde cedo, a razão pela qual devemos adotar alguns comportamentos higiénicos, atribuindo-lhes significado e contribuindo, assim, para a promoção da sua saúde e para o aumento da sua literacia científica.

### **Referências**

- Byrne, J. e Sharp, J. (2006). Children's ideas about micro-organisms. *School Science Review*, 88(322), 71-79.
- Byrne, J. (2011) Models of Micro-Organisms: Children's knowledge and understanding of micro-organisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, 1, 1-35.
- Carey, S. (1985). *Conceptual development in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Charpack, G. (2005). *As Ciências na Escola Primária: Uma Proposta de Acção*. Mem Martins: Editorial Inquérito.
- García Barros, S., Martínez Losada, C., Alonso, M. (1997). Estudiando las bacterias de la placa dental a través de una actividade práctica de investigación. *Alambique*, 14, 113-119.
- Harlen, W. (2007). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. (3ª reimpresión da 2ª edición completamente actualizada). Madrid: Ediciones Morata.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In H. Caetano, & M. Santos (Org.). *Cadernos Didáticos de Ciências* (pp. 77-96). Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário (DES).
- Martins, I. P., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M., Rodrigues, A. V. e Couceiro, F. (2006). *Educação em Ciências e Ensino Experimental – Formação de professores*. Lisboa: ME.
- Martins, I. P., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M., Rodrigues, A. V. e Couceiro, F. (2008). *Mudanças de Estado Físico – Guião Didático para Professores*. Lisboa: ME.
- Ministério da Educação (1990). *Reforma Educativa: Ensino Básico, Programa do 1º Ciclo*. Lisboa: ME-DGBS.
- Ministério da Educação (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: ME - Departamento de Educação Básica.
- Ministério da Educação (2004). *Organização Curricular e Programa: Ensino Básico – 1º Ciclo* (4ª edição revista). Lisboa: ME- Departamento de Educação Básica.

- Mafra, P. e Lima, N. (2009). The Microorganisms in the Portuguese National Curriculum and Primary School text Books. Em Mendez-Vilas, A., ed. lit. "Current research topics in applied microbiology and microbial biotechnology: proceedings of the International Conference on Environmental, Industrial and Applied Microbiology (BioMicroWorld2007), 2, Seville, Spain, 2007". Hackensack: *World Scientific Publishing*, cop. 2009. 625-629.
- Mafra (2012). *Os Microrganismos no 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico: Abordagem Curricular, Conceções Alternativas e Propostas de Atividades Experimentais*. Tese de Doutoramento. Braga: Universidade do Minho.
- Mata, P., Bettencourt, C., Lino, M.J. e Paiva, M.S. (2004). Cientistas de palmo e meio - uma brincadeira muito séria. *Análise Psicológica*. 1(XXII). 169-174.
- Partridge, J. (2006). Conducting a science investigation in a primary classroom. *Teaching Science*, 52(2), 44-45.
- Osborne, J., Wadsworth, P. e Black, P. (1992). Primary SPACE Project research report: *Processes of life*. Liverpool: Liverpool University Press.
- Sá, J. G. (2002). *Renovar as Práticas no 1º Ciclo pela via das Ciências da Natureza*. Porto: Porto Editora.
- Sá, J. G. (1996). *Estratégias de Desenvolvimento do Pensamento Científico em Crianças do 1º Ciclo do Ensino Básico*. Tese de Doutoramento. Braga: I.E.C. – Universidade do Minho (não publicado).
- Sá, J. e Varela, P. (2007). *Das Ciências Experimentais à Literacia: Uma proposta didáctica para o 1.º ciclo*. Porto: Porto Editora.
- Varela, P. (2009). *Ensino Experimental das Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico: construção reflexiva de significados e promoção de competências transversais*. Tese de Doutoramento. Braga: Universidade do Minho.