

FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA O ENSINO EXPERIMENTAL NO 1º CICLO: ESTUDO DA ACÇÃO DA SALIVA NA DIGESTÃO DO AMIDO

GRAÇA CARVALHO
JOAQUIM SÁ
NELSON LIMA

Departamento de Ciências Integradas e Língua Materna
Instituto de Estudos da Criança da Universidade do Minho

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se assistido a uma crescente atenção e investimento internacional para a prática experimental das ciências no ensino obrigatório (Tamir, 1991; White, 1991; Frost *et. al.* 1995), e em particular no ensino primário (Simon, 1994; Holland & Rowan, 1996; Charpack, 1997). Nos últimos anos também no nosso país, o ensino experimental das ciências, designadamente no 1º Ciclo, tem sido uma preocupação política do Ministério da Educação e do Ministério da Ciência e Tecnologia. Deve-se, no entanto, ter em consideração que a simples disponibilização de verbas para as escolas não basta para que seja implementado um ensino das ciências com o carácter de uma real apropriação pessoal em termos intelectuais e sócio-afectivos por parte de professores e alunos.

Os Princípios Orientadores do Estudo do Meio do Programa do 1º Ciclo do Ensino Básico (1990) explicitam que “*ao professor cabe a orientação de todo um processo em que os alunos se vão tornando observadores activos com competências para descobrir, investigar, experimentar e aprender*”, sendo ainda objectivo que os alunos devam “*utilizar alguns processos simples de conhecimento da realidade envolvente (observar, descrever, formular questões e problemas, avançar possíveis respostas, ensaiar, verificar), assumindo uma atitude de permanente pesquisa e experimentação*”. No entanto, orientar crianças em actividades genuínas de investigação e descoberta é um processo complexo, e mais complexo ainda é formar os

professores nas competências que esse processo de ensino-aprendizagem requer (Sá, 1996).

Não tendo uma adequada formação científica nas dimensões conceptual e experimental, os professores do 1º Ciclo sentem-se naturalmente inseguros para ensinar ciências experimentais, e recorrem à memória do que aprenderam no ensino secundário, em que as disciplinas de ciências abordadas de uma forma tradicional davam pouca ênfase a actividades experimentais, e as poucas que havia eram conduzidas de forma a obter-se a resposta “esperada” ou “correcta”, seguindo um conjunto de técnicas e procedimentos organizados nesse sentido. Tal como em Portugal, também noutros países, a deficiente formação científica e pedagógica dos professores deste nível de ensino constitui o principal obstáculo à implementação de um ensino experimental das ciências, realizando apenas e raramente simples actividades apresentadas nos manuais escolares para os alunos (Briscoe e Peters, 1997). É nossa convicção que o professor poderá adquirir confiança para o ensino experimental das ciências por via da reflexão sobre trabalho experimental-investigativo por ele próprio desenvolvido, em regime de formação. Neste processo espera-se que o professor reconheça que não precisa de “saber tudo”, deve antes sentir-se capaz de dizer perante a turma “Não sei, mas vamos descobrir isso juntos”. Este tipo de resposta transmite aos alunos a noção de que se está sempre a aprender, inclusivé os adultos, e aqueles podem assim adquirir auto-confiança, tornando-se eles próprios responsáveis pelas suas aprendizagens (Duke *et al.*, 1994).

É neste quadro de preocupações que temos vindo a

desenvolver um projecto de formação de professores do 1º Ciclo que adopta o seguinte princípio: se pretendemos que as crianças realizem uma aprendizagem experimental-investigativa, então os professores deverão vivenciar idêntico processo em contexto de formação (Sá e Carvalho, 1997). O principal objectivo deste projecto é desenvolver nos professores do 1º Ciclo competências em (a) ciências experimentais, (b) no ensino experimental das ciências, e (c) nas metodologias de observação e análise do seu próprio ensino, com vista a promover um ensino reflexivo. Os objectivos gerais, estratégia e resultados preliminares deste projecto global constituíram matéria de publicações anteriores (Sá *et al.* 1997; 1998). Três investigadores/professores universitários de ciências orientaram, ao longo de 10 meses, quinze professores do 1º Ciclo que frequentavam a disciplina de “Desenvolvimento de Projecto” do 2º ano do Curso de Estudos Superiores Especializados (CESE) em Didáctica do Meio Físico e Matemática Elementar do Instituto de Estudos da Criança, IEC, da Universidade do Minho. Após a primeira componente da sua formação no IEC, cada professor conduziu os seus alunos no desenvolvimento de actividades experimentais similares às previamente realizadas por eles (Sá *et al.* 1997; 1998).

No presente estudo de caso apresentamos, a título de exemplo, o processo de formação científica e pedagógica de uma professora que seleccionou o tópico “A acção da saliva na digestão do amido”, que se enquadra no programa do 3º ano de escolaridade “*identificar fenómenos relacionados com algumas das funções vitais: digestão (sensação de fome, enfartamento...)*” (Programa do 1º Ciclo do Ensino Básico, 1990). Descrevemos a actividade experimental-investigativa realizada pela professora no laboratório, dando resolução a três problemas que lhe foram postos: *i)* Como identificar o amido em diversos alimentos de uso corrente?; *ii)* Como demonstrar que a saliva digere o amido? e *iii)* Como quantificar a actividade da saliva de diversos indivíduos? Dada a complexidade do segundo e terceiro problema, entendemos ser conveniente abordá-los em duas vertentes separadamente: *a)* descrição sucinta do procedimento experimental com maior ênfase na dimensão técnico-científica; *b)* descrição e caracterização das estratégias indutoras de um papel activo em termos físicos e mentais na formanda, com vista à elaboração e execução dos planos de resolução dos problemas. A relativa simplicidade do primeiro problema permite-nos uma abordagem integrada desses dois aspectos sem perda de clareza de compreensão para o leitor.

DESENVOLVIMENTO DA ACTIVIDADE EXPERIMENTAL—INVESTIGATIVA

O amido, sendo produzido pelas plantas e constituindo a sua forma de reserva energética, encontra-se em diversos

alimentos vegetais que fazem parte da alimentação humana. Por sua vez, a saliva contém amilase que é a enzima da cavidade bucal envolvida no processo de digestão do amido, desdobrando este polissacarídeo no dissacarídeo maltose (Fig. 1).

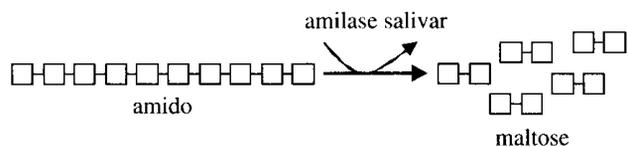


Figura 1. Digestão do amido pela amilase salivar humana.

Embora sabendo que a amilase salivar, ou ptialina, é responsável pela digestão do amido, a formanda, no início do projecto, não tinha ideia alguma de como identificar o amido nos alimentos nem como desenvolver um método que evidenciasse a digestão do amido pela saliva. O desconhecimento do procedimento laboratorial específico do seu tema de trabalho, associado à circunstância de a formanda se estar a confrontar pela primeira vez com a perspectiva de ter de desenvolver trabalho experimental num laboratório com vista à escrita de uma dissertação, conduziu a uma situação de insegurança e ansiedade.

Este tipo de insegurança e ansiedade inicial foi comum aos restantes catorze colegas envolvidos no mesmo projecto global, pelo que não se tornou possível desenvolver a discussão e reflexão de grande grupo, em torno do projecto global, como estava inicialmente previsto na estratégia de formação. Por isso, foi decidido que se antecipassem os encontros de cada grupo restrito de formandos com o seu supervisor, o que foi acontecendo em simultâneo com as sessões de grande grupo (Sá *et al.* 1997; 1998).

Nas reuniões de pequeno grupo com os seus cinco formandos (uma das quais a envolvida no presente estudo), a supervisora adoptou a metodologia de questionar os formandos quanto aos objectivos gerais dos temas por eles seleccionados e dos métodos experimentais para atingirem os seus objectivos. Desde início que foram clarificadas duas metas diferentes. *(a)* uma, a da sua própria formação científica no tema seleccionado, e *(b)* outra, a sua formação pedagógica com vista a promoverem nos alunos processos de aprendizagem experimental-constructivista. A formação científica deveria ser bastante aprofundada ao nível do formando, e a abordagem na sala de aula deveria ser menos complexa, devendo contudo manter sempre correctos os processos e os conceitos científicos. Em três sessões de cerca de 2 horas cada, e em clima de discussão livre e aberta com a supervisora, os cinco formandos foram capazes de identificar as metas a atingir no seu trabalho laboratorial e os principais passos a seguir para as atingir. As sessões seguintes, num total de cerca de 20 horas, foram individualizadas com vista a um acompanhamento mais próximo do desenvolvimento das actividades de cada

formando. As funções genéricas do supervisor e do formando neste processo de formação foram já detalhadamente apresentadas em publicações recentes (Sá *et al.* 1997; 1998).

A formanda optou por desenvolver o tema “A acção da saliva na digestão do amido” por ter um particular interesse pela área da alimentação e pelo facto de a higiene alimentar e a digestão constituírem matérias recorrentes do Programa do 1º Ciclo, do 1º ao 4º ano de escolaridade, com especial enfoque no 3º ano. Tendo como objectivo dar resposta ao primeiro problema que lhe foi proposto — como identificar o amido nos alimentos de uso corrente — A formanda deu início à sua actividade experimental-investigativa, como abaixo se descreve.

Problema I: Como identificar o amido nos alimentos?

Planificação da investigação e previsão de resultados

Em reunião de pequeno grupo, a formanda apresentou grande facilidade de resolução do problema da identificação do amido nos alimentos, depois da supervisora ter transmitido a informação de que a solução iodada, de cor amarela, ao reagir com o amido passa a azul. Com vista à planificação da experiência conducente à identificação do amido nos alimentos, a formanda espontaneamente sugeriu que uma gota de solução iodada sobre diversos alimentos daria resultados diferentes conforme houvesse muito, pouco ou nenhum amido. Ao planear a experiência teve facilidade em seleccionar os alimentos que, previsivelmente, dariam resultados francamente positivos, como a batata e o pão,

mas não teve de imediato a noção da importância do controlo negativo, ou seja do teste em alimentos desprovidos de amido. Assim que compreendeu o seu significado, logo sugeriu os alimentos carne e alface, o primeiro por não ser de origem vegetal e o segundo, embora vegetal, por não ser órgão de reserva de amido.

Procedimentos experimentais e resultados

A formanda partiu os alimentos sólidos (alface, banana, batata, cenoura, laranja, maçã, pão, carne, clara e gema de ovo) em pequenos pedaços poliédricos de cerca de 3 cm de lado e colocou-os sobre uma folha de papel; cerca de 4 ml de leite foram colocados num tubo de ensaio. Sabendo que o amido fica azul na presença da solução iodada, deitou em cada alimento duas gotas da solução (tintura de iodo, de marca Labesfal, adquirida em Farmácia), diluída 100 vezes em água, com vista a identificar os alimentos ricos em amido.

Verificou que as zonas da batata e do pão onde caíram as gotas de solução iodada ficaram com uma cor de azul muito escuro (+++); a banana ficou pouco azul (++); a cenoura e a maçã ficaram muito pouco azuis (+); enquanto que a alface, a laranja, a carne, o leite, a clara e a gema de ovo não mudaram de cor, ficando amarelo (-). Estes resultados mostraram, como previsto, que o amido apenas se encontra nos alimentos vegetais, e ainda, que aqueles podem ser distribuídos em 4 classes de acordo com a existência de “Muito amido” (+++), “Pouco amido” (++) , “Muito pouco amido” (+) e “Sem amido” (-) (Tabela I).

Este método da solução de iodo para detecção da

Tabela I. Classificação de Alimentos de Origem Vegetal e Animal em Função da Presença de Amido.

| Alimento | Muito amido (+++) | Pouco amido (++) | Muito pouco amido (+) | Sem amido (-) |
|----------------|----------------------|---------------------|--------------------------|------------------|
| Vegetal | | | | |
| — Alface | | | | √ |
| — Banana | | √ | | |
| — Batata | √ | | | |
| — Cenoura | | | √ | |
| — Laranja | | | | √ |
| — Maçã | | | √ | |
| — Pão | √ | | | |
| Animal | | | | |
| — Carne | | | | √ |
| — Clara de ovo | | | | √ |
| — Gema de ovo | | | | √ |
| — Leite | | | | √ |

presença de amido nos alimentos é geralmente tido como *qualitativo* por permitir apenas distinguir entre os alimentos que possuem amido (a solução de iodo vira a azul) dos que não possuem (a solução mantém-se amarela). No entanto, nas nossas condições experimentais (solução diluída 100 vezes) foi possível comparar e hierarquizar os alimentos em função da intensidade de azul detectado, tendo decidido classificá-los em 4 classes (“Muito amido”, “Pouco amido”, “Muito pouco amido” e “Sem amido”). Esta escala relativa, se bem que subjectiva, permite integrar cada alimento num dado nível hierárquico, pelo que devemos classificar este método de *semi-quantitativo*.

Aquando da interpretação dos resultados, a formanda facilmente estabeleceu uma hierarquia dos alimentos em função da quantidade de amido adoptando a generalização de que “Quanto mais azul, mais amido tem”. Todavia tomava a observação pela inferência, ou seja, perante dois alimentos com diferentes intensidades de azul dizia “observar” que tinha mais amido o que apresentava um azul mais forte. Foi necessário interpelar a formanda: “*Consegue ver directamente que a batata tem mais amido do que a banana?*”. Situações experimentais desta natureza constituem, segundo Gunstone (1991), uma boa estratégia

para induzir uma correcta discriminação entre observação e inferência.

Problema II: Como demonstrar que a saliva digere o amido?

- *O princípio técnico-científico do método*

O método para determinação da actividade da amilase salivar sobre o amido foi concebido e desenvolvido no presente estudo. O princípio do método baseia-se no seguinte:

- o gel de agar/amido fica azul ao adicionar-se a solução iodada;
- acrescentando amilase (seja da saliva ou comercial) ao gel agar/amido, aquela difunde-se pelo gel e digere o amido;
- consequentemente, ao adicionar-se a solução iodada, só as zonas contendo amido ficam azuis, contrastando com o resto do gel onde houve digestão do amido que se mantém incolor.

Colocando amilase (da saliva ou comercial) em poços feitos no gel de agar/amido, aquela difunde-se no gel envolvente e vai digerindo o amido à volta do poço (Fig.2).

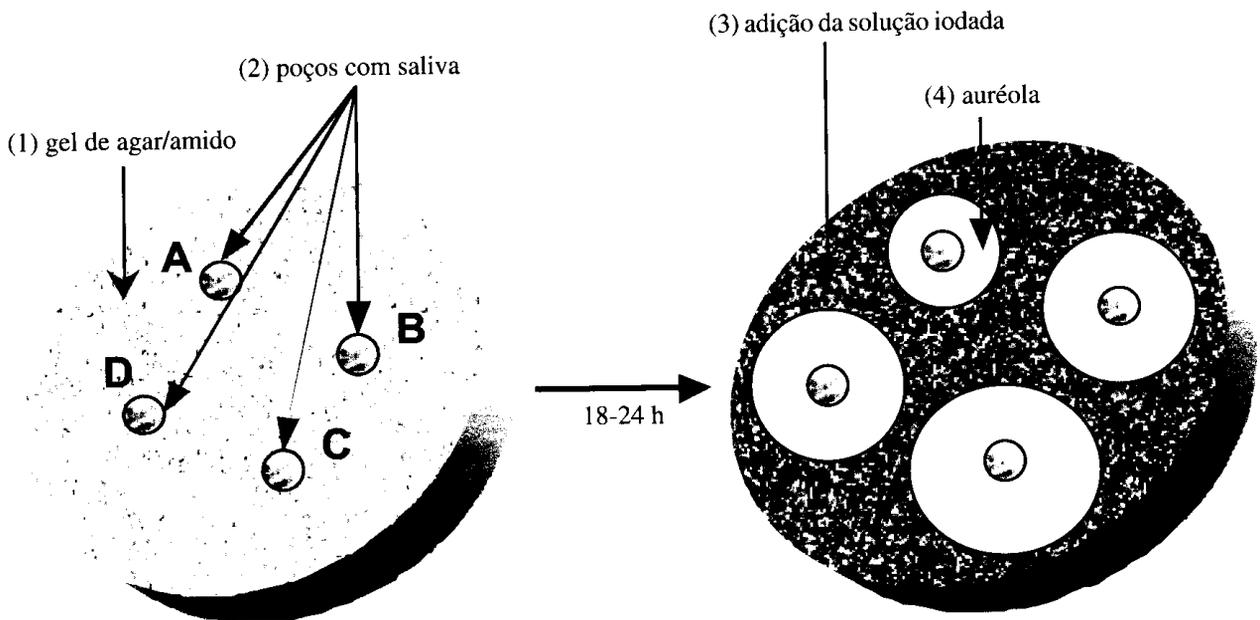


Figura 2. Esquema do método de detecção da digestão do amido pela ação da saliva humana. Coloca-se numa caixa de Petri gel de agar/amido (1) e fazem-se poços para colocação de saliva humana (2) de diferentes doadores (A, B, C, D); ao fim de 18-24 horas adiciona-se solução iodada (3) para marcação do amido (fundo azul), detectando-se auréolas incolores à volta dos poços correspondendo ao amido digerido pela saliva.

A adição da solução iodada no final do ensaio permite visualizar as auréolas incolores (desprovidas de amido) sobre um fundo azul (rico em amido). O diâmetro das auréolas será tanto maior quanto maior for a concentração de amilase no poço.

O método foi sendo sucessivamente aperfeiçoado, tendo-se finalmente estabelecido o procedimento, que em síntese, se descreve:

- 1) numa caixa de Petri coloca-se uma solução previamente cozida de agar (*agar technical*, nº 3, Oxoid) a 2% e amido (S 2004, Sigma) a 1%, com o pH ajustado a 6,9-7,0, e que se deixa gelificar;
- 2) fazem-se 4 poços de 7 mm de diâmetro com um fura-rolhas, introduzindo-se em cada poço 0,1 ml de saliva;
- 3) no dia seguinte lavam-se as placas com água e cobre-se o gel de agar/amido com a solução iodada para visualizar a presença do amido;
- 4) observam-se auréolas descoradas à volta dos poços cheios de saliva (ver Fig.3A), indicando que o amido fora digerido nessas zonas.

- *O processo de formação*

Planificação da investigação e previsão de resultados

Embora sabendo que a saliva humana é responsável pela digestão do amido, naturalmente que nem a formanda nem os seus colegas tinham ideia alguma de como demonstrar, em laboratório, que a saliva digere o amido. Tirando partido de que a compreensão de conceitos científicos envolve a construção de relações entre o prévio conhecimento/experiência do formando e a nova informação a adquirir (revisto por Watts, 1994; Wittrock, 1994), a supervisora fê-los recordar uma actividade experimental que haviam feito numa aula prática de uma disciplina do 1º ano do seu curso de CESE em que usaram caixas de Petri com meio de cultura gelificado com agar (naquele caso havia sido para o crescimento de microrganismos).

Foi ainda dito que ao agar se poderia juntar amido em pó adquirido comercialmente, e perguntou-lhes então que ideia lhes sugeria aquela possibilidade técnica para resolver a questão em causa. Este “problema aberto” — no sentido de que os formandos poderiam, de uma vasta gama de possibilidades, escolher as melhores estratégias para atingir o seu objectivo (Watts, 1994; Jennings, 1995) — foi lançado no sentido de suscitar nos formandos a utilização de abordagens planificadas para a resolução de problemas baseados em conhecimentos e aprendizagens prévias. Assim, os formandos foram dando diversas sugestões e alternativas para a resolução do problema proposto, em diálogo crítico e focalizante com a supervisora:

Supervisora: “Tendo uma caixa de Petri com gel de agar/amido como poderemos testar a acção de digestão da

saliva sobre o amido?”

Formando-A: “Se se adicionar solução iodada ao gel agar/amido ele fica azul”

Supervisora: “E onde se detecta o efeito da saliva?”

Formando-B: “Numa caixa de Petri acrescenta-se saliva ao gel e noutra não; na presença da solução iodada, só o gel da segunda caixa passa a azul.”

Supervisora: “Teremos de espalhar saliva numa caixa inteira? ou...”

Formando-C: “Podemos pôr a saliva em determinados pontos do gel agar/amido; na presença da solução iodada, só as zonas longe da saliva ficam azuis.”

Supervisora: “E como delimitamos o sítio em que pomos a saliva?”

Durante um curto período fez-se silêncio, durante o qual os formando tentavam encontrar uma resposta para a última questão. A supervisora insistiu então na pergunta, mas de forma mais dirigida para obtenção da resposta que ela própria tinha em mente: “E se fizermos uns furos no gel agar/amido, uns poços?...”

Formando-D: “Fazemos os poços e introduzimos lá dentro a saliva!”

Tendo em atenção que “as previsões e explicações escritas são particularmente valiosas, dado o envolvimento intelectual que é exigido do formando” (Gunstone, 1991), a supervisora pediu à formanda para, desenhando, fazer a previsão do que aconteceria numa caixa de Petri com gel de agar/amido, com 4 poços com salivas de pessoas diferentes, e a que se adicionasse solução iodada. Desenhou uma caixa de Petri (de 9 cm de diâmetro) com 4 poços de cerca de 2 cm de diâmetro e disse, em concordância com os colegas, que os poços (sem gel mas com saliva) ficariam amarelos (côr da solução iodada) e que todo o gel em volta dos poços ficaria azul (reacção da solução iodada com o amido). Só ao serem questionados sobre o que sabiam acerca da difusão, é que os formandos se aperceberam que a saliva iria difundir-se no gel de agar/amido, e que a amilase salivar iria então digerir o amido em redor dos poços. Assim, compreenderam que os poços deveriam ter um diâmetro bem menor (0,5 a 1 cm) para que a saliva tenha espaço na caixa para se difundir. Nem os formandos nem a supervisora (que concebeu mas nunca realizara a experiência) tinham qualquer ideia sobre as dimensões das auréolas de amido digerido em redor dos poços, no entanto a previsão de que poderia variar de pessoa para pessoa foi consensual.

Procedimentos experimentais e resultados

A formanda, já em fase de acompanhamento individualizado, realizou uma experiência preliminar, de acordo com o esquema apresentado na Figura 2, tendo utilizado 2 caixas de Petri com 4 poços cada, onde colocou

saliva de 8 indivíduos. Tal como previsto, observaram-se auréolas incolores à volta dos poços com saliva, cujos diâmetros variavam de saliva para saliva, sendo o diâmetro menor de 2,4 cm e o maior de 3,0 cm. A comparação entre os diâmetros das auréolas em volta dos poços permitiu hierarquizar as salivas, conferindo uma natureza *semi-quantitativa* do método usado.

Como resultado da observação e da hierarquização das salivas, a formanda imediatamente inferiu que as salivas que causaram maior diâmetro tinham maior actividade na digestão do amido. No entanto, e mais uma vez, a formanda mostrou dificuldades iniciais em distinguir entre a natureza da “observação” em si (variação de diâmetros) e a “inferência” (actividade digestiva da saliva) o que aliás é comum suceder a alunos/formandos perante abordagens iniciais a resultados de trabalhos experimentais (Gunstone, 1991).

Na sequência da conclusão expressa pela formanda que “quanto maior o diâmetro da auréola, maior será a actividade digestiva da saliva sobre o amido”, a supervisora levantou então a questão de como se poderia quantificar a actividade da amilase de cada indivíduo. Este constituiu o terceiro problema do presente estudo.

Problema III: Como quantificar a actividade da saliva de diversos indivíduos

- *O princípio técnico-científico do método*

Para quantificar a actividade da amilase existente nas salivas faz-se uma curva padrão com amilase humana comercial (Sigma A 6380), com actividade enzimática conhecida. Para isso:

- 1) coloca-se numa caixa de Petri solução de agar/amido, como acima indicado, e deixa-se gelificar;
- 2) fazem-se 6 poços de 7 mm e introduzem-se 0,1 ml de amilase comercial em concentrações

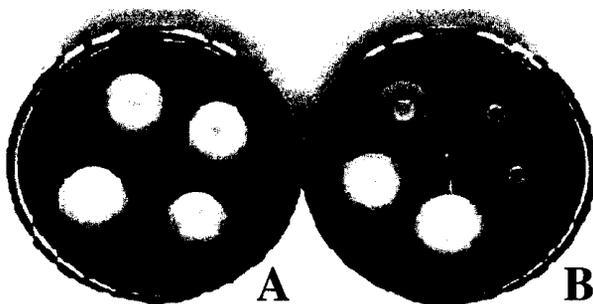


Figura 3. Formação de auréolas incolores devido à acção da amilase salivar humana (A) e da amilase comercial utilizada em concentrações sucessivamente maiores, formando a curva-padrão (B).

sucessivamente maiores;

- 3) no dia seguinte lavam-se as placas com água e cobre-se o gel de agar/amido com solução iodada para visualizar a presença do amido. Observam-se auréolas descoradas de diâmetro sucessivamente maior à medida que a concentração de amilase aumenta nos poços (Fig.3B).

Medem-se os diâmetros dos círculos de cada poço/auréola e depois obtêm-se as media da extensão de cada auréola (valor corrigido), subtraindo o diâmetro do poço (7mm). Constrói-se a curva padrão em gráfico, colocando

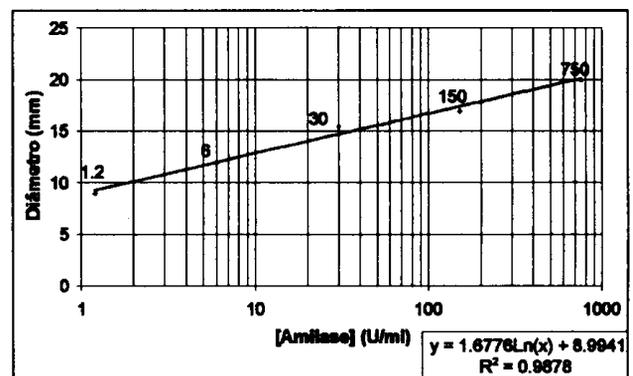


Figura 4. Curva-padrão do efeito da concentração da amilase na digestão do amido.

as medidas corrigidas dos diâmetros dos 6 poços em função do logaritmo natural (ln) da concentração da amilase comercial (Fig.4). Este gráfico, obtido no programa Excel (versão 5.0, Microsoft Corporation), permite determinar a equação que define a recta obtida $y = mx + b$ (em que y é o valor da ordenada, m é o declive da recta, x o valor da abcissa e b é o valor da ordenada na origem).

No presente estudo apresenta-se uma experiência tipo em que a equação da curva padrão tomou o valor de $y = 1,68 \ln(x) + 8,99$ (em que x é a concentração de amilase), e o coeficiente de correlação ($R^2 = 0,99$) da curva padrão mostra a elevada proporcionalidade dos dados experimentais. Para determinação da actividade das salivas dos diversos dadores, mede-se o diâmetro dos diversos poços/auréolas, corrigem-se (subtraindo os 7 mm) e faz-se o cálculo a partir do declive obtido na curva padrão, aplicando a expressão $x = \text{Exp} [(y-8,99)/1,68]$, sendo x a concentração da amilase na saliva do indivíduo e y o diâmetro corrigido da auréola (ver os resultados compilados na Tabela III).

- *O processo de formação*

Planificação da investigação e previsão de resultados

Depois da experiência preliminar em que se usou saliva

de 8 dadores e se verificou que os diâmetros das auréolas de amido digerido pelas salivas variava entre 2,4 e 3,0 cm, a supervisora apresentou o Problema III: Como poderemos quantificar a actividade da amilase salivar de cada dador? Naturalmente, não foi possível a formanda dar resposta a esta questão, uma vez que não tinha até ao momento a noção da utilização de curvas-padrão para a quantificação de elementos/substâncias em solução.

Foi necessário a supervisora mostrar-lhe um frasco contendo amilase humana em pó (adquirido a um laboratório comercial, Sigma), cujo rótulo apresentava a quantidade total de amilase existente no frasco, tanto em peso do pó (25 mg totais) como também a correspondente actividade enzimática da amilase (34 000 Unidades totais). Explicando que depois de dissolver aquele produto em água (em 1,0 ml) poderíamos fazer em tubos separados diluições sucessivas, a formanda facilmente compreendeu que obteríamos uma escala de concentrações sucessivamente menores de actividade enzimática de amilase. Previu ainda que, colocadas essas soluções de amilase em poços de caixa de Petri com gel agar/amido, dariam origem a auréolas sucessivamente menores, em função da concentração da amilase nos poços.

A formanda fez então a sua previsão, desenhando uma caixa de Petri com 6 poços onde colocaria concentrações sucessivamente menores de amilase, em que a última seria simplesmente água (controlo). O desenho correspondeu a uma sequência aparentemente correcta, pois que os diâmetros das auréolas variavam entre cerca de 3,5 e 0,0 cm, escala esta que incluía os valores das amostras de saliva humana: entre 2,4 e 3,0 cm. Ou seja, a formanda teve a noção empírica de que as auréolas da curva padrão deveriam originar auréolas de diâmetros que variassem desde valores mais altos do que o das amostras de saliva (superior a 3,0 cm), descendo numa escala até valores mais baixos que as amostras, atingindo mesmo o zero no caso da água, que não contém amilase.

Procedimentos experimentais e resultados

Uma vez feita a planificação da investigação, a professora realizou a actividade experimental de acordo com o esquema apresentado na Figura 3. Não havendo dados na literatura que nos pudessem indicar qual a concentração de amilase na saliva humana, a questão que se punha era a de saber qual a concentração máxima de amilase comercial a usar que desse origem a uma curva-padrão com diâmetros superiores a 3 cm (usar 100 U/ml, 500 U/ml, 1000 U/ml ?), e que diluições sucessivas fazer para que valores entre 2,4 e 3,0 cm se distinguíssem na escala (diluir 1/20, 1/10, 1/5 ou 1/2 ?). Não havendo previsão possível, a formanda utilizou a prática do “shot-gun” ou “tiro no escuro”, em que à sorte usou a concentração máxima de 250 U/ml e diluições 1/10, isto é, 250 U/ml; 25 U/ml; 2,5 U/ml; 0,25 U/ml; 0,025 U/ml; 0 U/ml (Tabela II).

Verificou que a auréola máxima causada pela concentração maior de amilase era bastante menor que a das amostras de saliva, e que as 3 últimas diluições não deram origem a qualquer auréola (Fig.5A). A formanda decidiu então começar a uma concentração mais elevada e

Tabela II. Diluições de Amilase Comercial Usadas para as Curvas-padrão.

| Poço nº | Amilase comercial (Unidades/ml) | |
|--------------|---------------------------------|-----------------------------|
| | Diluição 1/10 ^(A) | Diluição 1/5 ^(B) |
| 1 | 250 | 750 |
| 2 | 25 | 150 |
| 3 | 2,5 | 30 |
| 4 | 0,25 | 6,0 |
| 5 | 0,025 | 1,2 |
| 6 (controlo) | 0 (água) | 0 (água) |

A) Diluições que originaram uma curva padrão incorrecta;
B) Diluições que originaram uma curva padrão apropriada;

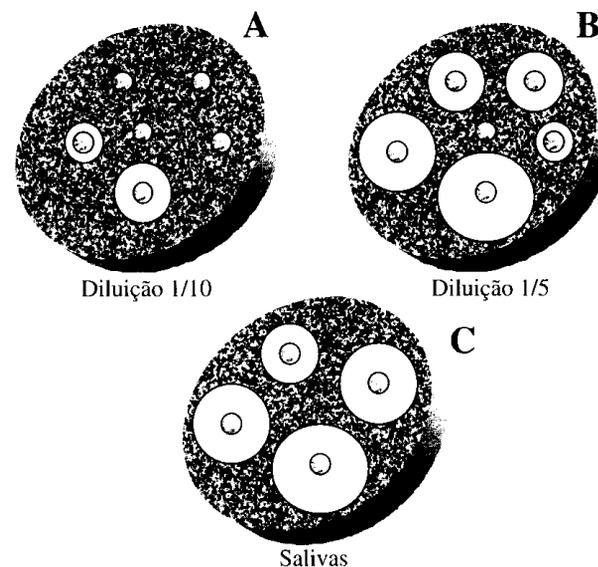


Figura 5. Esquema das curvas-padrão (A e B) para quantificação da amilase salivar humana (C). As diluições usadas para as curvas padrão A e B encontram-se na Tabela II. Apenas a curva-padrão B apresenta uma escala que permite quantificar as amostras de saliva de diferentes indivíduos.

fazer diluições menores. Depois de mais dois ensaios, verificou que a curva padrão ideal para este sistema é 750 U/ml de concentração máxima, com diluições sucessivas de 1/5 (Tabela II e Fig.5B).

A formanda teve alguma dificuldade quando lhe foi pedido para fazer a curva padrão em gráfico. Depois de se lhe dar a indicação que na abcissa colocaria as concentrações da amilase comercial usada em cada poço, e na ordenada

uma escala de diâmetros das auréolas, a formanda teve ainda algumas hesitações quanto à distribuição dos valores das concentrações, uma vez que a escala é logarítmica. Ultrapassadas estas dificuldades iniciais, a formanda marcou a escala da ordenada relativa aos diâmetros das auréolas, e construiu o gráfico da curva padrão. Tomando os valores dos diâmetros das auréolas das salivas, a formanda facilmente determinou, por extrapolação no gráfico da curva padrão, as concentrações de amilase em cada uma das oito salivas testadas.

Na Tabela III apresentam-se os dados relativos às salivas obtidas de 24 dadores, em que se apresentam os diâmetros dos correspondentes círculos de poços/auréolas, os valores corrigidos das auréolas (subtraindo-se os 7 mm referentes ao diâmetro do poço), e o valor da respectiva concentração de amilase. Como anteriormente referido, este valor obteve-se a partir da equação da recta da curva padrão, apresentada

na Figura 4. Verificou-se que a concentração de amilase varia, de pessoa para pessoa, entre 10,9 U/ml e 389,3 U/ml, sendo o valor médio de 143,6 U/ml de saliva.

Este método *quantitativo* permite determinar, em termos absolutos, a concentração de amilase em cada saliva testada, podendo ainda estimar-se a média da amostra de 24 indivíduos (143,6 U/ml).

ANÁLISE E DISCUSSÃO DO PROCESSO DE FORMAÇÃO

A concluir, procedeu-se a uma análise deste processo de formação experimental-investigativo, recorrendo ao modelo proposto por Gott *et al.* (1995) para a resolução de problemas. Este modelo considera que os processos cognitivos utilizados na resolução de problemas científicos são de dois tipos:

Tabela III. Concentração de Amilase nas Salivas de 24 Indivíduos.

| Dador | Diâmetro do poço/auréola (mm) | Diâmetro corrigido (mm) | Concentração de amilase* (U/ml de saliva) |
|--------------|-------------------------------|-------------------------|---|
| 1 | 24,0 | 17,0 | 118,2 |
| 2 | 23,5 | 16,5 | 87,7 |
| 3 | 20,0 | 13,0 | 10,9 |
| 4 | 24,5 | 17,5 | 159,2 |
| 5 | 24,0 | 17,0 | 118,2 |
| 6 | 25,0 | 18,0 | 214,5 |
| 7 | 26,0 | 19,0 | 389,3 |
| 8 | 26,0 | 19,0 | 389,3 |
| 9 | 25,5 | 18,5 | 289,0 |
| 10 | 23,5 | 16,5 | 87,7 |
| 11 | 24,5 | 17,5 | 159,2 |
| 12 | 23,0 | 16,0 | 65,1 |
| 13 | 23,5 | 16,5 | 87,7 |
| 14 | 24,0 | 17,0 | 118,2 |
| 15 | 24,5 | 17,5 | 159,2 |
| 16 | 24,0 | 17,0 | 118,2 |
| 17 | 24,0 | 17,0 | 118,2 |
| 18 | 20,0 | 13,0 | 10,9 |
| 19 | 22,5 | 15,5 | 48,3 |
| 20 | 24,5 | 17,5 | 159,2 |
| 21 | 23,5 | 16,5 | 87,7 |
| 22 | 24,0 | 17,0 | 118,2 |
| 23 | 25,0 | 18,0 | 214,5 |
| 24 | 24,0 | 17,0 | 118,2 |
| Média | 23,9 | 16,9 | 143,6 |

* Valor determinado a partir da curva padrão: $X = \text{Exp} (Y-8,99)/1,68$.

- a) *compreensão conceptual*, referindo-se à compreensão dos conceitos científicos que se baseiam em factos;
- b) *compreensão processual*, referindo-se às capacidades/destreza (*i.e.*, “skills”) no uso de instrumentos de medida, de tratamento de dados e sua apresentação em tabelas e gráficos.

Por outras palavras, para que o desenvolvimento de uma tarefa com vista à resolução de um problema faça sentido para os alunos/formandos é necessário que estes tenham as bases de conhecimentos que permitam que os seus “*conceitos interajam com as tarefas de forma complexa e que (...) à medida que a tarefa se desenvolve, eles próprios usem e desenvolvam conceitos, enquanto utilizam e melhoram os elementos processuais*” (Gott & Mashiter, 1991).

No presente estudo, podemos referir alguns exemplos de *compreensão conceptual* adquiridos quer antes da formação quer ao longo do desenvolvimento das tarefas experimentais:

- i) conhecimento, a partir da literatura, de que a solução iodada marca o amido com cor azul, e que a saliva humana digere o amido;
- ii) conhecimento, a partir de algumas tarefas realizadas pela formanda, de que nas condições experimentais utilizadas (saliva colocada em poços numa caixa de Petri com meio de agar/amido) a saliva humana forma auréolas de digestão do amido de 2,4 a 3,0 cm de diâmetro.

O termo “*conceito de evidência*” é utilizado por Gott *et al.* (1995) para distinguir a *compreensão processual* da

destreza científica (ou “scientific skills”), esta última muitas vezes conotada com a simples destreza manipulativa. O modelo de conceitos de evidência de uma investigação é representado por aqueles no esquema da Figura 6.

Os *conceitos de evidência* adquiridos ao longo do processo de formação podem ser associados às diversas fases do processo experimental-investigativo (Gott *et al.*, 1995):

- a) planificação;
- b) medições;
- c) tratamento de dados e interpretação;
- d) inferências válidas e fiáveis

Exemplos de *conceitos de evidência* das actividades experimental-investigativas do presente estudo, associados à *planificação* são os seguintes:

- i) compreensão da ideia de *variável independente* (saliva de diferentes dadores), e de *variável dependente* (diâmetro da auréola);
- ii) compreensão da importância do controlo (alimento animal na detecção do amido, ou água na curva padrão);
- iii) compreensão da necessidade de utilização de uma *amostra grande* (24 salivas de diversos indivíduos) para obtenção de valores estatisticamente significativos;

Outros exemplos de *conceitos de evidências*, surgidos no presente processo de formação, mas associados às *medições* são os seguintes:

- i) Compreensão da necessidade de encontrar uma *escala relativa* (“Muito azul” (+++), “Pouco azul” (++) , “Muito pouco azul” (+) e “Amarelo” (-)), de

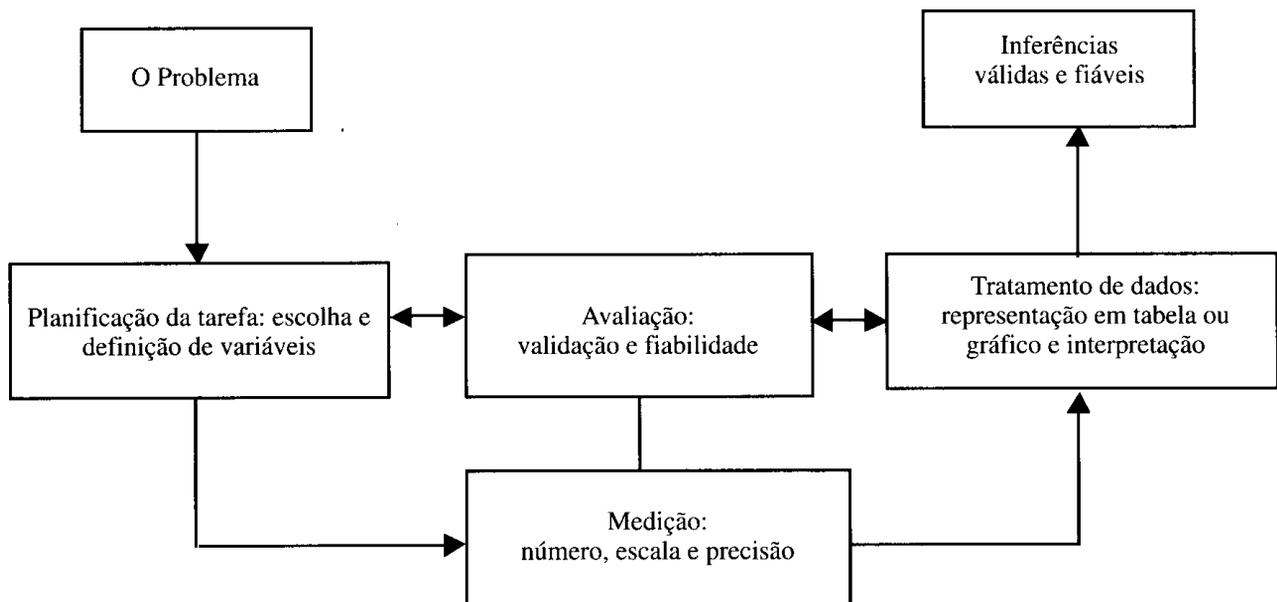


Figura 6. Conceitos de evidência numa investigação (Gott *et al.*, 1995).

forma que as observações da variável dependente (intensidade de cor azul nos alimentos) tenham significado na referida escala.

- ii) Compreensão da necessidade de encontrar os *limites e intervalos* (procura da curva-padrão apropriada) de forma a que os valores da variável dependente (diâmetro da auréola da digestão do amido) possam ser quantificados;
- iii) Compreensão de que a *variabilidade* inerente a uma dada medição (diâmetro da auréola da digestão do amido) deve ter em consideração a possível *necessidade de repetição* (repetição de ensaios de salivas e de curvas-padrão com sucessivos aperfeiçoamentos), para obtenção de dados fiáveis;
- iv) Compreensão do *grau apropriado de precisão* que é necessário (milímetros, na medição diâmetro da auréola da digestão do amido) para fornecer dados fiáveis que permitam uma interpretação significativa.

Os *conceitos de evidência* obtidos do presente estudo experimental-investigativo podem também ser associados ao *tratamento de dados e interpretação*:

- i) Compreensão de que as *tabelas* (classificação de alimentos de origem vegetal e animal em função da presença de amido; diluição de amilase comercial usadas para as curvas-padrão; concentração da amilase nas salivas de 24 indivíduos) são mais do que formas de apresentar os dados depois dos dados recolhidos, pois podem também ser usadas como formas de fazer a *planificação*, para subsequente *recolha e análise de dados*, antecedendo toda a experiência;
- ii) Compreensão de que há uma íntima relação entre a representação em *gráfico* e o tipo de variável que é representado: gráfico de linhas quando a variável é contínua (gráfico da curva-padrão).

Por último, do processo de formação realizado no âmbito do presente estudo experimental-investigativo, podemos dar os seguintes exemplos de *conceitos de evidência* associados a *inferências válidas e fiáveis*:

- i) Compreensão de que se deve sempre pôr a questão sobre se deveremos “*acreditar*” na *evidência* (será que a batata e o pão podem ter mais amido que a alface ou a carne?; será que a actividade de amilase salivar varia de indivíduo para indivíduo?);
- ii) Compreensão de que se deve sempre pôr a questão sobre se a *evidência respondeu ao problema* (identificação do amido nos alimentos; quantificação da actividade da amilase salivar de diversos indivíduos).

Apresentámos apenas alguns exemplos de *conceitos de evidência* que foram adquiridos pela formanda no desenvolvimento das suas tarefas experimental-investigativas conducente à resolução dos problemas que

lhe foram postos. Todo o projecto de formação foi centrado na resolução de problemas, tendo como princípio a perspectiva construtivista da aprendizagem. Ou seja, o projecto tinha como pressuposto que a formanda, com base nos seus conhecimentos prévios e experiência própria, iria construir as suas próprias novas aprendizagens ao longo do processo de formação baseado na resolução de problemas. No decurso do seu processo de aprendizagem, a formanda desenvolveu não só a destreza manipulativa laboratorial como também, e principalmente, a sua compreensão processual. A avaliação do processo de formação foi realizado ao longo dos 4 meses de formação, em reuniões iniciais de pequeno grupo (5 professores e a supervisora) e depois em acompanhamento individual da formanda. Constituíram matéria de análise interpretativa do processo de formação: a) as anotações realizadas pela supervisora no decurso das reuniões de pequeno grupo e individuais e durante as actividades laboratoriais; b) as planificação de actividades experimentais propostas pela formanda; c) os dados recolhidos e tratados pela formanda; d) as gravações vídeo realizadas no laboratório; e) a dissertação escrita pela formanda no final do processo (Ferreira, 1997); e f) a apresentação de uma comunicação oral pela formanda (Ferreira *et al.* 1998).

Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pelo Programa *Ciência Viva* do Ministério da Ciência e Tecnologia (Projecto P 054) e pelo Centro de Estudos da Criança da Universidade do Minho (Projecto PIT-1/97). Os autores agradecem a colaboração do técnico Manuel Silva, no apoio prestado ao trabalho desenvolvido no laboratório.

REFERÊNCIAS

- Briscoe, C. e Peters, J. (1997). Teacher Collaboration across and within Schools: Supporting Individual Change in Elementary Science Teaching. *Science Education* 81, 51-65.
- Charpak, G. (1997). *As Ciências na Escola Primária - Uma Proposta de Acção*. Mem Martins: Editorial Inquérito.
- Duke, M., Jobling, W., Rudd, T. e Brass, K. (1994). Approaches to Teaching Primary School Science. In P.J. Fensham, R.F. Gunstone and R.T. White (Eds.), *The Content of Science: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning* (pp. 98-99). London: The Falmer Press.
- Ferreira, V.C.M.A.C (1997). *Acção da Saliva na Digestão do Amido: Um Estudo Experimental no 1º Ciclo*. Dissertação de Curso de Estudos Superiores Especializados em Educação Infantil e Básica Inicial, Ramo Didáctica do Meio Físico e da Matemática Elementar. Instituto de Estudos da Criança, Universidade do Minho, Braga.
- Ferreira, V., Carvalho, G.S., Lima, N. e Sá, J. (1998). *Formação de professores para o ensino experimental no 1º Ciclo: Estudo*

- da acção da saliva na digestão do amido. Comunicação oral no 2º Simpósio – Ensino das Ciências e da Matemática, Departamento de Educação da FCUL, 15-17 de Junho de 1998.
- Frost, J., Jennings, A., Turner, T., Turner, S. e Beckett, L. (1995). *Teaching Science* London: The Woburn Press.
- Gott, R., Duggan, S., Millar, R. e Lubben, F. (1995). Progression in Investigative Work in Science. In P.Murphy, M. Selinger, J. Bourne and M. Briggs *Subject Learning in the Primary Curriculum* (pp. 184-204). London: Routledge.
- Gott, R. e Mashiter, J. (1991). Practical Work in Science - A Task-Based Approach? In B. Woolnough *Practical Science* (pp. 53-66). Milton Keynes: Open University Press.
- Gunstone, R.F. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In B. Woolnough *Practical Science* (pp. 67-77). Milton Keynes: Open University Press.
- Holland, C. e Rowan, J. (1996). *The Really Practical Guide to Primary Science*, (2ª Edição). Cheltenham: Stanley Thornes.
- Jennings, A. (1995). Teaching skills. In J. Frost *Teaching Science* (pp.10-28) Portland: The Woburn Press.
- *Programa do 1º Ciclo do Ensino Básico* (1990). Direcção Geral do Ensino Básico e Secundário.
- Sá, J.G. (1994). *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*. Tese de doutoramento, Universidade do Minho, Braga.
- Sá, J. e Carvalho, G.S. (1997). *Ensino Experimental das Ciências - Definir uma estratégia para o 1º Ciclo*. Braga: Bezerra Editora.
- Sá, J. Carvalho, G.S. e Lima, N. (1997). An Interdisciplinary Team-Teaching Training to Promote Science Teaching Skills in Primary School Teachers In: *International Conference on Project Work in University Studies – Conference Papers* (Vol.III, pp. 82-92) Roskilde: Roskilde University Press.
- Sá, J., Carvalho, G.S. e Lima, N. (1998). Desenvolvimento de Competências para o Ensino Experimental das Ciências em Professores do 1º Ciclo. *Actas do VI Encontro Nacional de Docentes de Educação em Ciências da Natureza* (no prelo).
- Simon, B. (1994). Primary practice in historical context. In Jill Bourne (Ed.), *Thinking Through Primary Practice* (pp. 7-15) London: Routledge.
- Tamir, P. (1991). Practical work in school science: an analysis of current practice. In B. Woolnough *Practical Science* (pp. 13-20). Milton Keynes: Open University Press.
- Watts, M. (1994). Constructivism, Re-constructivism and Task-orientated Problem-solving. In P.J. Fensham, R.F. Gunstone and R.T. White (Eds.), *The Content of Science: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning* (pp. 39-58). London: The Falmer Press.
- White, R.T. (1991). Episodes, and the purpose and conduct of practical work. In B. Woolnough *Practical Science* (pp. 79-86). Milton Keynes: Open University Press.
- Wittrock, M.C. (1994). Generative Science Teaching. In P.J. Fensham, R.F. Gunstone and R.T. White (Eds.), *The Content of Science: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning* (pp. 29-38). London: The Falmer Press.

EXPERIMENTAL PRIMARY SCIENCE TEACHING TRAINING: STUDY OF STARCH DIGESTION BY SALIVA

ABSTRACT

We have been developing a continuous primary school teachers' training project which adopts the principle that if we intend that children perform experimental investigative learning, then teachers must undergo similar process in training context. In this case study we present, as an example, the scientific and pedagogical training process of a teacher who has selected the topic "Saliva effects on starch digestion", which is included in the 3rd year primary school programme. The whole training project was centred in problem-solving, based in a constructivist perspective of learning applied to teachers' training.

Key-words: Primary science; teachers' training.

RESUMO

Temos vindo a desenvolver um projecto de formação contínua de professores do 1º Ciclo que adopta o princípio de que se pretendemos que as crianças realizem uma aprendizagem experimental-investigativa, então os professores deverão

vivenciar idêntico processo em contexto de formação. No presente estudo de caso apresentamos, a título de exemplo, o processo de formação científica e pedagógica de uma professora que seleccionou o tópico “A acção da saliva na digestão do amido”, que se enquadra no programa do 3º ano de escolaridade. Todo o projecto de formação foi centrado na resolução de problemas, tendo como princípio a perspectiva construtivista da aprendizagem aplicada à formação de professores.

RESUMÉ

Nous venons de developper un project de formation continue dirigé aux enseignants de l’ cole primaire, qui adopte le principe de que si on veut que les enfants realisent un apprentissage de recherche experimental, alors, pour pouvoir les guider, les enseignants doivent exp rimer un processus identique en context de formation.   titre d’illustration nous presentons, dans cette étude de cas, le processus de formation scientifique et pédagogique d’une institutrice qui a choisi le sujet “Action de la salive sur la digestion de l’amidon”, qui s’enquadre dans le programme de la 3^{eme} année de scolarité. Tout le project de formation se centre au niveau de la résolution de problèmes qui tient comme principe une perspective constructiviste de l’apprentissage appliqué à la formation des enseignants.
