



**LSPA**  
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
CIÊNCIAS PSICOLÓGICAS, SOCIAIS E DA VIDA

O DESENVOLVIMENTO METACOGNITIVO DE ALUNOS DO 3º CICLO  
E AS ATIVIDADES DE INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

Jorge Osvaldo Dias Santos Gonçalves

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de

Doutoramento em Psicologia

Área de especialidade

Psicologia Educacional

**2015**





**ISPA**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
CIÊNCIAS PSICOLÓGICAS, SOCIAIS E DA VIDA

O DESENVOLVIMENTO METACOGNITIVO DE ALUNOS DO 3º CICLO  
E AS ATIVIDADES DE INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

Jorge Osvaldo Dias Santos Gonçalves

Orientada por Professora Doutora Margarida Alves Martins  
(ISPA, Instituto Universitário)

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de

Doutoramento em Psicologia

Área de especialidade

Psicologia Educacional

**2015**

Tese apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Psicologia na área de especialização em Psicologia Educacional realizada sob a orientação da Professora Doutora Margarida Alves Martins, apresentada no ISPA – Instituto Universitário no ano de 2015.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço profundamente à Professora Margarida Alves Martins pela orientação, incentivo e disponibilidade. O apoio foi determinante em cada um dos momentos desta longa jornada.

Agradeço a disponibilidade demonstrada por todos os professores e alunos, nas escolas em que os dados foram recolhidos. Um agradecimento especial à Professora Mónica Baptista, pela cooperação manifestada desde o início do estudo.

Agradeço à minha mãe, Zaida, e à minha companheira, Cláudia, a ajuda na revisão de textos e a paciência que tiveram em todo o processo.



**Palavras-chave:**

Metacognição; avaliação; ensino das ciências; estudantes

**Key words:**

Metacognition; assesement; science education, students

**Categorias de Classificação da Tese**

2800 Developmental Psychology

2820 Cognitive and Perceptual Development

3500 Educational Psychology

3530 Curriculum & Programs & Teaching Methods



## RESUMO

Este trabalho teve um duplo objetivo: o primeiro, traduzir e adaptar dois instrumentos de avaliação da metacognição, destinados a estudantes do 3º ciclo para avaliar as diferenças existentes entre estudantes do 7º, 8º e 9º ano de escolaridade; o segundo, perceber em que medida o envolvimento de um grupo de alunos do 8º ano em atividades de investigação, num contexto de ensino das ciências, favorece o seu desenvolvimento metacognitivo. Assim, num primeiro estudo, procedeu-se à tradução, adaptação e validação da versão B do Jr. Metacognition Awareness Inventory (Jr. MAI), criado por Sperling, Howard, Miller e Murphy (2002), assim como da secção Self-Regulated Learning Strategies do Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ), elaborado por Pintrich e De Groot (1990). Participaram neste estudo 995 alunos (560 alunos do 7º ano de escolaridade, 270 alunos do 8º ano e 165 alunos do 9º ano), de 11 escolas. Foram avaliadas as consistências internas da versão B do Jr. MAI ( $\alpha=.85$ ) e das duas escalas da secção do MSLQ, Uso da Estratégia Cognitiva ( $\alpha=.88$ ) e Autorregulação ( $\alpha=.81$ ). Foram efetuadas análises fatoriais confirmatórias para perceber de que forma os itens avaliam componentes da metacognição, nomeadamente o conhecimento da cognição e a regulação da cognição. Foram avaliadas as diferenças existentes entre os alunos destes anos de escolaridade no que respeita a estas três variáveis. Formularam-se hipóteses de que o desenvolvimento metacognitivo, a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação são maiores em anos de escolaridades mais avançados; as duas primeiras foram parcialmente confirmadas, tendo-se obtido diferenças entre o 7º e o 9º ano, e a terceira não se confirmou. Formulou-se uma questão de investigação sobre a relação existente entre o desenvolvimento metacognitivo, a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação dos alunos, tendo-se obtido correlações moderadas entre estas variáveis. Para perceber se as atividades de investigação constituem um contexto educativo que favorece o desenvolvimento da metacognição de forma mais significativa do que um contexto de ensino tradicional das ciências desenvolveu-se um segundo estudo com 54 alunos do 8º ano, da disciplina de Ciências Físico-químicas, em dois contextos distintos, um considerado como mais tradicional (grupo de controlo) e o outro envolvido em atividades de investigação (grupo experimental). Foram utilizados os dois instrumentos acima referidos. Formularam-se hipóteses de que as atividades de investigação favorecem mais o desenvolvimento metacognitivo, a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação dos alunos do que um contexto de ensino tradicional das ciências. A primeira foi confirmada mas não as duas outras. Formulou-se uma questão de investigação sobre a relação entre a perceção do desenvolvimento metacognitivo dos alunos por parte dos professores e a avaliação do desenvolvimento metacognitivo dos alunos com o Jr. MAI, tendo-se obtido correlações moderadas. Formularam-se hipóteses sobre as relações entre o envolvimento em atividades de investigação, percecionado pelo professor e o desenvolvimento metacognitivo dos alunos, a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação. Foram encontradas correlações moderadas com o desenvolvimento metacognitivo e a utilização de estratégias cognitivas e fortes com a autorregulação.

## ABSTRACT

This study had two objectives: the first one, to translate and adapt two instruments to measure 3<sup>rd</sup> cycle students' metacognition in order to assess the differences between 7th, 8th and 9th grade students; the second, to understand the extent to which the involvement of a group of 8th graders in inquiry activities, in a teaching context of science, promotes their metacognitive development. Thus, in a first study, we proceeded to the translation, adaptation and validation of the B version of Jr. Metacognition Awareness Inventory (MAI Jr.), created by Sperling, Howard, Miller and Murphy (2002) and the Self-Regulated Learning Strategies Section of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ), developed by Pintrich and De Groot (1990). The participants were 995 students (560 students in the 7th grade, 270 in the 8th grade and 165 students in the 9th grade) attending 11 schools. We evaluated the internal consistency of the B version of MAI Jr. ( $\alpha = .85$ ) and of the two scales of MSLQ section, Use of Cognitive Strategy ( $\alpha = .88$ ) and Self-Regulation ( $\alpha = .81$ ). Confirmatory factor analysis was performed to see how the items assess metacognition components, namely the knowledge of cognition and the regulation of cognition. Differences were evaluated among students of these grades of schooling, with regard to these three variables. Hypotheses were formulated that metacognitive development, the use of cognitive strategies and self-regulation increase with schooling; the first two were partially confirmed, yielding differences between the 7th and the 9th grade, and the third was not confirmed. A research question concerning the relationship between metacognitive development, the use of cognitive strategies and self-regulation was formulated. Moderate correlations between these variables were obtained. A second study was developed to analyze the impact of inquiry activities on metacognition. Participants were 54 8th graders, attending the discipline of Physical and Chemical Sciences, in two different contexts, one regarded as more traditional (control group) and the other engaged in inquiry activities (experimental group). The two instruments mentioned above were used. We stated hypotheses that inquiry activities have a more positive impact on metacognitive development, the use of cognitive strategies and self-regulation than a traditional context. The first hypothesis was confirmed but not the other two. A research question was formulated about the relationship between teacher's perception of student's metacognitive development and student's metacognitive development as assessed by Jr. MAI. Moderate correlations were obtained. Hypotheses were formulated concerning the relationships between teacher's perception of the involvement of students in inquiry activities and student's metacognitive development, use of cognitive strategies and self-regulation. Moderate correlations were found with metacognitive development and the use of cognitive strategies and strong correlations were found with self-regulation.

## ÍNDICE

I - INTRODUÇÃO	1
II – REVISÃO DA LITERATURA	5
1. O Desenvolvimento Metacognitivo	5
1.1. O conceito de metacognição	5
1.2. As facetas da metacognição	7
1.3. O desenvolvimento da metacognição	10
1.4. A mediação e a metacognição	12
2. A Avaliação do Desenvolvimento Metacognitivo	19
2.1. Os instrumentos de avaliação da metacognição	19
2.2. A avaliação do desenvolvimento metacognitivo dos alunos	20
2.3. A percepção do professor do desenvolvimento metacognitivo dos alunos	21
3. O Ensino das Ciências	23
3.1. O papel desempenhado pelo ensino das ciências	23
3.2. Contextos, estratégias e modelos de ensino das ciências	26
3.3. As atividades de investigação	27
4. O Desenvolvimento Metacognitivo no Ensino das Ciências	37
4.1. Conceitos espontâneos e conceitos científicos	37
4.2. O ensino das ciências como promotor da metacognição	39
4.3. A metacognição como facilitadora do sucesso no ensino das ciências	41
5. Problema de Investigação	45

III - SECÇÃO EMPÍRICA	49
1. Avaliação do Desenvolvimento Metacognitivo, da Utilização de Estratégias Cognitivas e da Autorregulação de Estudantes entre o Sétimo e o Nono Ano de Escolaridade	51
1.1. Método	51
1.1.1. Participantes	51
1.1.2. Instrumentos	53
1.1.3. Procedimentos	66
1.2. Resultados	67
2. O Desenvolvimento Metacognitivo, a Utilização de Estratégias Cognitivas e a Autorregulação de Estudantes em Contextos de Ensino das Ciências	75
2.1. Método	75
2.1.1. Participantes	75
2.1.2. Instrumentos	77
2.1.3. Procedimentos	83
2.2. Resultados	84
IV – DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	91
1. Avaliação do Desenvolvimento Metacognitivo, da Utilização de Estratégias Cognitivas e da Autorregulação de Estudantes entre o Sétimo e o Nono Ano de Escolaridade	93
2. O Desenvolvimento Metacognitivo, a Utilização de Estratégias Cognitivas e a Autorregulação de Estudantes em Contextos de Ensino das Ciências	97
3. Conclusões	101
4. Limitações do Estudo	103
5. Novas Linhas de Investigação	105

V - REFERÊNCIAS	107
VI – ANEXOS	121
Anexo A – Inventário da Consciência Metacognitiva Júnior	123
Anexo B – Questionário de Estratégias de Motivação para a Aprendizagem	125
Anexo C – Avaliação pelos professores da metacognição dos alunos	127
Anexo D – Descrição das atividades desenvolvidas no grupo experimental	129

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de participantes e percentagem por NUTS III	51
Tabela 2 - Número de participantes, por ano de escolaridade e género	52
Tabela 3 - Número de participantes, por áreas curriculares	52
Tabela 4 - Escolaridade dos pais, em percentagem	53
Tabela 5 - Itens do Jr. MAI, com afiliação conceptual	54
Tabela 6 - Itens por fator, na análise fatorial exploratória da versão B do Jr. MAI	56
Tabela 7 - Itens do ICM Jr., com afiliação conceptual	57
Tabela 8 - Itens do ICM Jr., por fator	59
Tabela 9 - Média, desvio padrão, correlação do item, coeficiente alfa de Cronbach, se eliminado, e afiliação primária por item do ICM Jr.	60
Tabela 10 - Itens da secção Self-regulated Learning Strategies do MSLQ	61
Tabela 11 - Itens do Questionário de Estratégias de Motivação para a Aprendizagem (QEMA)	63
Tabela 12 - Média, desvio padrão, correlação do item e coeficiente alfa de Cronbach, se eliminado, por item do QEMA	65
Tabela 13 - Média, desvio padrão, correlação do item e coeficiente alfa de Cronbach, se eliminado, por item do QEMA	66
Tabela 14 - Descritivos do ICM Jr.	69
Tabela 15 - Descritivos das escalas do QEMA	72
Tabela 16 - Correlações entre o ICM Jr. e escalas do QEMA	73
Tabela 17 - Número de participantes, média de idades e género por grupo	76
Tabela 18 - Escolaridade dos pais, em percentagem	76
Tabela 19 - Exemplos de comportamentos associados a altos e baixos níveis de desenvolvimento metacognitivo	78

Tabela 20 - Características das atividades de investigação e suas variações	80
Tabela 21 - Número de participantes, média e desvio padrão por grupo, com a SPM	84
Tabela 22 - Número de participantes, média e desvio padrão por grupo, com o sucesso acadêmico	85
Tabela 23 - Número de participantes, média e desvio padrão por grupo, nos pré e pós-testes, com o ICM Jr.	85
Tabela 24 - Número de participantes, média e desvio padrão por grupo, nos pré e pós-testes, com a escala Uso da Estratégia Cognitiva do QEMA	86
Tabela 25 - Número de participantes, média e desvio padrão por grupo, nos pré e pós-testes, com a escala Autorregulação do QEMA	87
Tabela 26 - Coeficientes de Pearson entre pré-testes do ICM Jr., escalas do QEMA e a Avaliação do envolvimento nas atividades de investigação	89

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo metacognitivo (adaptado de Nelson e Narens, 1990).	7
Figura 2 – Facetas e funções da metacognição (adaptado de Efklides, 2006).	8
Figura 3 – Componentes da metacognição (adaptado de Hercovitz et al, 2012).	10
Figura 4 – Zona de desenvolvimento proximal.	16
Figura 5 – Dimensões das atividades de investigação (adaptado de Baptista, 2006).	29
Figura 6 – Características das atividades de investigação e variações.	30
Figura 7 – The Inquiry Circle.	41
Figura 8 – Relação entre as características das atividades de investigação e o envolvimento dos alunos.	43
Figura 9 - Distribuição de dados do ICM Jr.	67
Figura 10 - Distribuição normal de dados do ICM Jr.	68
Figura 11 - Distribuição de dados do QEMA E.	70
Figura 12 - Distribuição de dados do QEMA A.	70
Figura 13 - Distribuição normal de dados do QEMA E.	71
Figura 14 – Distribuição normal de dados do QEMA A.	71

## I – Introdução

Tendo em conta a falta de uma clara intencionalidade para o desenvolvimento da metacognição nas orientações curriculares portuguesas, considera-se relevante o estudo do desenvolvimento metacognitivo ao longo de um ciclo de escolaridade. Não foram identificados em Portugal estudos que avaliassem o desenvolvimento metacognitivo dos alunos ao longo de um ciclo de escolaridade, em particular no ensino básico.

A avaliação do desenvolvimento metacognitivo tem sido alvo de diferentes investigações ao longo dos anos, tendo em conta diferentes componentes da metacognição e metodologias (Manning et al, 1996; Newman, 1984a, 1984b; Newman & Wick, 1987; Pressley & Ghatala, 1989; Pressley, Levin, Ghatala, & Amhad, 1987; Swanson, 1990; Tobias, Everson, & Laitusis, 1999; Zimmerman & Martinez-Pons, 1986).

Foram realizadas também diferentes abordagens a questionários para alunos mais velhos (Cartwright-Hatton e Wells, 1997; Mokhtari e Reichard, 2002; Moraitou e Efklides, 2009; Pintrich, Smith, Garcia & McKeachie, 1991; Schraw & Denninson, 1994; Sperling, Howard, Staley, & DuBois, 2004; Wells e Cartwright-Hatton, 2004). Foram adaptadas para Portugal algumas versões destes questionários (Bártolo-Ribeiro, Almeida, Simões & Maroco, 2010; Melo, Mendes, Sá, Gonçalves, Pile, Carvalho, 2006; Santos & Pinheiro, 2010). Para alunos mais novos foram também adaptados instrumentos de avaliação da metacognição (Pascualon, 2011; Sperling, Howard, Miller, & Murphy, 2002). Em Portugal, não se conhece instrumentos adaptados para alunos mais novos.

O termo ‘metacognição’ foi introduzido por John Flavell, no início dos anos setenta, a partir do termo “metamemory” que ele próprio tinha desenvolvido, vendo a metacognição como o conhecimento dos alunos da sua própria cognição e definindo-a como o “conhecimento e cognição sobre fenómenos cognitivos” (Flavell, 1979, p. 906). No entanto, o número de definições, termos e análises do que a metacognição representa tem sido a causa de alguma confusão na literatura (Georghiades, 2004), destacando-se que a própria contribuição de Flavell para o livro de Weinert and Kluwe’s (1987) *Metacognition, Motivation and Understanding* foi intitulado ‘Speculations about the nature and development of metacognition’, expondo o que considerava ser a natureza problemática e indefinida da metacognição.

Vários autores consideraram mesmo que poderia não existir uma clara distinção entre a cognição e a metacognição (Livingston, 2003; Lories, Dardenne & Yzerbyt, 1998; Slife, Weiss & Bell, 1985). Qualquer tentativa de discutir a natureza da metacognição é para Brown inevitavelmente ligada ao problema de distinção do que é ‘meta’ e o que é ‘cognitivo’ (1987, cit por Georghiadis, 2004). Apesar das diferentes abordagens de Flavell (1976, 1979, 1987) ao longo dos anos ao conceito e domínios da metacognição, o seu aprofundamento foi permitindo a clarificação do processo metacognitivo.

A perceção metacognitiva do professor foi estudada com diferentes abordagens (Balcikanli, 2011; Carr & Kurtz, 1991; Mai, 2015; Sperling et al, 2002). Em Portugal, não se conhece estudos sobre a perceção de professores do desenvolvimento metacognitivo dos alunos.

Assume-se também como relevante o estudo do contributo das atividades de investigação para o desenvolvimento de competências metacognitivas (Kipnis & Hofstein, 2008), assim como da metacognição para o processo ensino-aprendizagem, em particular no ensino das ciências e em contextos de atividades de investigação (White & Frederiksen, 1998, 2000; White, Frederiksen, & Collins, 2009).

Assim, na revisão da literatura serão abordados os principais aspetos referentes ao desenvolvimento metacognitivo, como a mediação e a avaliação da metacognição. De seguida é analisado o papel desempenhado pelo ensino das ciências, abordando os diferentes contextos, estratégias e modelos de ensino, e em particular as atividades de investigação. Por fim, tendo em conta os capítulos anteriores, é analisado o desenvolvimento metacognitivo no ensino das ciências, destacando a transformação de conceitos espontâneos em conceitos científicos, o papel do ensino das ciências como promotor da metacognição e, numa abordagem em sentido contrário, como a metacognição pode ser facilitadora do sucesso no ensino das ciências. É ainda enquadrado o problema de investigação, com a definição das questões de investigação e hipóteses.

A secção empírica encontra-se organizada em duas partes: uma primeira parte referente à avaliação do desenvolvimento metacognitivo, da utilização de estratégias cognitivas e da autorregulação de estudantes entre o sétimo e o nono ano de escolaridade; uma segunda parte sobre o desenvolvimento metacognitivo, a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação de estudantes em contextos de ensino das ciências. Nesta parte, é ainda analisada a perceção dos professores sobre o desenvolvimento metacognitivo dos

alunos e sobre o seu envolvimento em atividades de investigação. Para cada parte são descritos os participantes, os instrumentos, os procedimentos de recolha de dados e apresentados os resultados.

Por fim, é apresentada a discussão dos resultados e conclusões, destacando cada uma das partes do estudo, as limitações do estudo e as principais conclusões. De seguida, são apresentadas as referências bibliográficas e os anexos.



## II – Revisão da Literatura

### 1. O Desenvolvimento Metacognitivo

#### 1.1. O conceito de metacognição.

A metacognição, para o fundador do conceito, “é a cognição sobre a cognição” (Flavell, 1976), num sentido em que o termo de cognição designa mais a atividade de conhecimento do que propriamente os conhecimentos compreendidos como produtos dessa atividade (Doly, 1999). A metacognição deve compreender-se “em relação àquilo que uma longa história de tradição filosófica chama a consciência para definir o que é pensar como um ‘cogito’, isto é, também como um pensamento que se pensa ao mesmo tempo que pensa o mundo” (Doly, 1999, p. 19). Para Develay (1999, p. 8) a metacognição representa “a possibilidade para aquele que aprende de se distanciar do que faz, das situações nas quais está implicado a fim de compreender os meios, as entradas e as saídas, de ter assim consciência da sua consciência, de se mostrar capaz de pensar o seu pensamento”.

É necessário ter conta que, como Doly relembra, “os fundadores e primeiros utilizadores do conceito começaram por tentar apreender o seu sentido, o que não se fez sem dificuldades ou mesmo sem desacordos sobre certos aspectos, desacordos ainda vivos” (1999, p. 21). Georghiades (1994) também sustenta que o número de definições, termos e análises do que a metacognição representa tem sido a causa de alguma confusão na literatura. Weinert (1987, cit por Georghiades, 1994), por exemplo, falou de um trabalho ‘vago’ e ‘impreciso’ de definição da metacognição. Georghiades (2004) salienta a visão de Brown (1987) de que a metacognição apesar de ser uma área de investigação de moda e uma estratégia de ensino promissora, provou ser uma noção complexa e muitas vezes pouco compreendida.

Slife, Weiss e Bell (1985) chegam mesmo a considerar a inexistência de uma clara distinção entre processos cognitivos e metacognitivos, tendo por base uma falta de precisão da definição de metacognição. Assim como, Lories, Dardenne e Yzerbyt (1998) discutiram sobre a distinção entre cognição e metacognição, considerando que o facto de ser cognição sobre cognição, não distingue de um simples processo cognitivo.

Livingston (2003) relembra que o próprio Flavell reconheceu que o conhecimento metacognitivo pode não ser diferente do conhecimento cognitivo reforçando que a distinção está na forma como a informação é utilizada (1979). Qualquer tentativa de discutir a natureza da metacognição é para Brown inevitavelmente ligada ao problema de distinção do que é ‘meta’ e o que é ‘cognitivo’ (1987, cit por Georghiades, 2004).

Numa tentativa de clarificação, Schraw (2002) refere que a maioria dos investigadores concorda que a cognição e a metacognição diferem, sendo que as capacidades cognitivas são necessárias para realizar uma tarefa, enquanto que a metacognição é necessária para compreender como a tarefa foi realizada. Georghiades (2004) refere que Flavell (1976) sugeriu que as estratégias cognitivas ‘facilitam’ a aprendizagem e a conclusão da tarefa, enquanto que as estratégias metacognitivas ‘monitorizam’ o processo, para tentar clarificar a distinção.

Apesar das diferentes abordagens de Flavell (1976, 1979, 1987) ao longo dos anos ao conceito e domínios da metacognição, o seu aprofundamento foi permitindo a clarificação do processo metacognitivo. Jou e Sperb (2006) destacam a perspetiva mais ampla do funcionamento metacognitivo quando se integram os modelos de Flavell com a abordagem aos fluxos de informação do processo metacognitivo.

Nelson e Narens (1990) aprofundaram a relação entre cognição e metacognição, assumindo que se tratam de níveis diferentes, mas com fluxos de informação entre o nível objeto e o nível meta. O fluxo de informação corresponde à monitorização ou ao controlo, conforme o sentido do fluxo. A monitorização garante o conhecimento ou avaliação do processo cognitivo na passagem do nível objeto para o nível meta. O nível meta contém, por isso, um modelo do objeto. No outro sentido, o controlo garante a regulação do processo cognitivo na passagem do nível meta para o nível objeto (Figura 1).

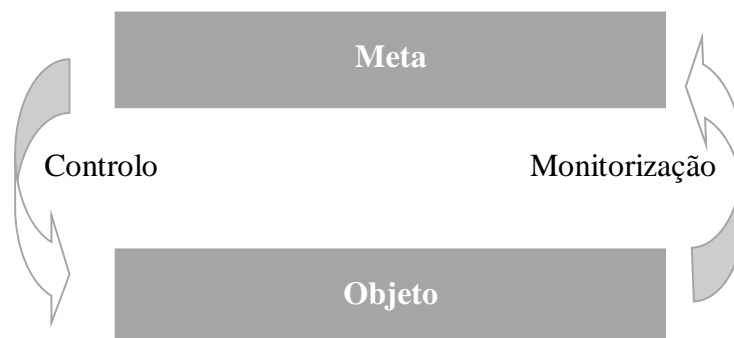


Figura 1. Modelo metacognitivo (adaptado de Nelson e Narens, 1990).

## 1.2. As facetas da metacognição.

Quanto ao âmbito da metacognição, esta “refere-se aos conhecimentos do sujeito relativos aos seus próprios processos e produtos cognitivos”, assim como, “remete também para o controlo ativo, a regulação e a orquestração desses processos” (Flavell, 1976). Assim, podem-se considerar dois polos na metacognição: por um lado, os conhecimentos sobre a cognição e os seus produtos, e por outro, as competências metacognitivas.

Os conhecimentos metacognitivos são conhecimentos armazenados na memória que podem ser chamados a guiar a atividade cognitiva numa gestão controlada das tarefas (Yussen, 1985). Estes “metaconhecimentos”, verificados ou não, incidem sobre produtos cognitivos, ou seja, saber aquilo que eu sei, assim como, sobre processos cognitivos, “saber como funcionam na resolução de um problema o pensamento e as funções mentais como a memória, o raciocínio, a compreensão, a atenção, etc” (Doly, 1999). Flavell (1985) diferencia estes metaconhecimentos em quatro categorias, de acordo com os objetos sobre as quais elas incidem: as pessoas e o próprio indivíduo (considerando o pensamento humano, outros aprendentes e o próprio enquanto aprendente), as tarefas, as estratégias e a interação entre estes três objetos.

As competências metacognitivas, consideradas como o outro pólo da metacognição, definem o aspeto processual da metacognição, designando “os processos pelos quais o indivíduo exerce o controlo ou auto-regulação da sua actividade quando resolve um problema, isto é, exerce uma vigilância, uma sobrevigilância para efectuar continuamente

uma orientação em direcção ao fim pretendido e assegurar o maior êxito” (Doly, 1999 p. 23). Assim, nestas abordagens, Doly considera que o controlo da tarefa se efetua através dos mecanismos de monitorização e das experiências metacognitivas que podem evocar os metaconhecimentos úteis à gestão da tarefa (1999).

Também Efklides (2006) salienta a visão de Flavell (1979) para clarificar as facetas da metacognição, através das funções de monitorização e de controlo. Destacando, no entanto que como a metacognição tem várias facetas torna-se difícil a distinção entre estas duas funções. A função de monitorização tem duas manifestações básicas: o conhecimento metacognitivo e as experiências metacognitivas. Por outro lado, a função de controlo tem como principal manifestação as competências metacognitivas (Figura 2).



*Figura 2.* Facetas e funções da metacognição (adaptado de Efklides, 2006).

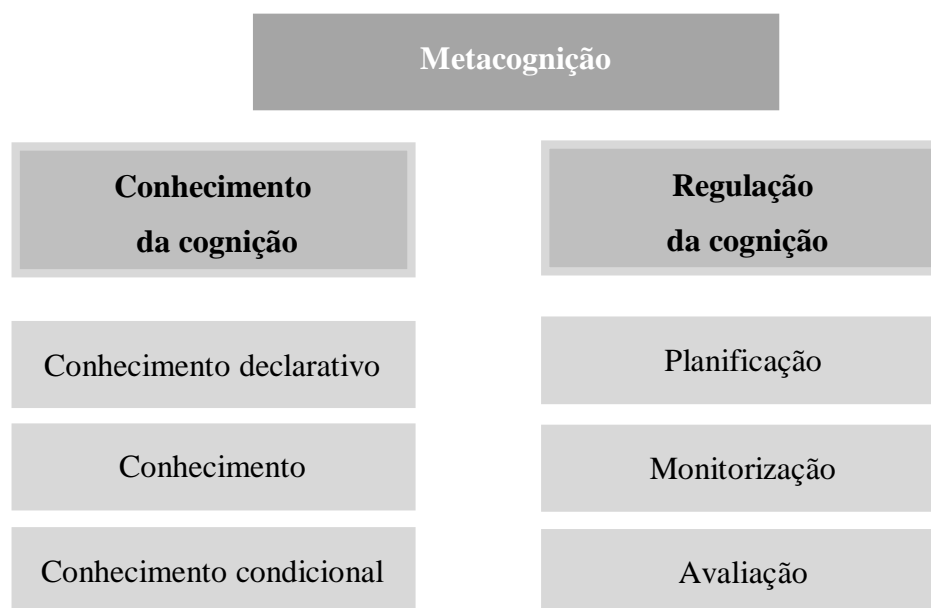
Efklides (2008) salienta que investigação recente tem desafiado a conceptualização da metacognição como multifacetada, um processo consciente, sem interação com os afetos ou com uma autorregulação mais abrangente do comportamento, ou assumida como um fenómeno puramente individual. Por isso, destacou as interações entre metacognição, motivação e afetos (Efklides, 2006, 2011), quer a nível macro quer micro, no desenvolvimento de uma tarefa. Efklides salientou também que as experiências metacognitivas são a ligação entre os círculos da regulação da cognição e da regulação das emoções (2008).

Noutra abordagem, também se procura a distinção entre dois componentes da metacognição, o conhecimento da cognição e a regulação (Figura 3). Neste quadro teórico,

iniciado por Brown (1987), considera-se na sua distinção também subcomponentes, apesar da grande relação existente entre o conhecimento e a regulação da cognição descrita por diversos autores (Schraw, 2002).

Assim, o conhecimento da cognição refere-se ao que os indivíduos sabem sobre a sua própria cognição ou sobre a cognição em geral (Schraw, 2002). Inclui pelo menos três tipos de consciência metacognitiva: conhecimento declarativo, procedimental e condicional (Brown, 1987; Jacobs & Paris, 1987; Schraw & Moshman, 1995). Ao analisar em particular cada um, o conhecimento declarativo refere-se ao saber “sobre” coisas, enquanto que o conhecimento procedimental refere-se ao saber “como” fazer coisas e o conhecimento condicional refere-se ao saber os “porquê” e “quando” da cognição (Schraw, 2002). Ou seja, o conhecimento declarativo inclui conhecimento sobre si próprio enquanto aprendiz e sobre quais os fatores que influenciam o nosso rendimento, o procedimental refere-se ao conhecimento sobre fazer coisas e o conhecimento condicional refere-se ao saber quando e porquê usar conhecimento declarativo e procedimental.

Enquanto, o outro componente da metacognição, a regulação da cognição refere-se a um conjunto de atividades que ajudam os estudantes a controlar a sua aprendizagem, em que Schraw (2002, p. 4) salienta que “ a investigação suporta a assunção de que a regulação metacognitiva melhora o rendimento em vários aspetos, incluindo uma melhor utilização dos recursos de atenção, melhor uso de estratégias existentes e uma maior consciência na compreensão de quebras”. Apesar de um número variável de competências de regulação descritas na literatura (Schraw & Dennison, 1994), três competências essenciais estão incluídas em todas as abordagens: planificação, monitorização e avaliação (Jacobs & Paris, 1987) que vão ao encontro dos três níveis de operações de Brown. A planificação envolve a seleção de estratégias apropriadas e a manipulação de recursos que afetam o rendimento, a monitorização refere-se à nossa compreensão on-line e rendimento da tarefa e a avaliação refere-se à apreciação dos produtos e da eficiência da própria aprendizagem (Schraw, 2002).



*Figura 3.* Componentes da metacognição (adaptado de Hercovitz et al, 2012).

Lai (2011) destaca também a relação entre a metacognição e outros conceitos que tem sido estabelecida por diversos investigadores, designadamente com a metamemória, pensamento crítico e motivação. Neste âmbito, realça-se a relação da metamemória com o conhecimento da cognição (declarativo e procedimental), do pensamento crítico com a regulação da cognição, assim como, da motivação com as estratégias metacognitivas.

### **1.3. O desenvolvimento da metacognição.**

Será importante ter presente como desenvolver a metacognição. Para tal, Kuhn salienta que a metacognição “não aparece de uma forma abrupta de lado nenhum como um epifenómeno em relação a cognição de primeira ordem”, considerando que a metacognição “emerge cedo na vida, em formas que não mais do que sugestivas do que está para vir e segue um desenvolvimento extenso, durante o qual se torna mais explícito, mais poderoso e consequentemente mais efetivo” (2000, p. 178).

Também Valente, Salema, Morais e Cruz (1989) salientam que “um dos desenvolvimentos conceptuais mais influente, tanto na compreensão da cognição e na identificação do que é o comportamento inteligente eficiente, assim como nas implicações

possíveis que pode ter na educação através da promoção cognitiva dos alunos e dos seus efeitos na aprendizagem, é o conceito de metacognição” (1989, p. 47). Para tal, Valente et al referem que a instrução deverá explicitar e diretamente treinar o pensamento metacognitivo, propondo estratégias de ensino como a estimulação dos alunos para a verbalização de dificuldades e dos processos cognitivos utilizados, assim como a explicitação dos seus próprios processos mentais na apresentação de conteúdos por parte do professor, entre outras.

Neste sentido, Schraw (2002) refere existirem quatro formas gerais de aumentar a metacognição em contexto de sala de aulas apresentadas por Hartman e Sternberg (1993). Salientando-se promover a compreensão geral da importância da metacognição, melhorar o conhecimento da cognição, melhorar a regulação da cognição e promover ambientes que promovam a consciência metacognitiva. Considera-se, por isso, que é fundamental os alunos perceberem a distinção entre cognição e metacognição para se tornarem autorregulados, serem estimulados pela utilização de instrumentos para melhorarem o conhecimento e a regulação do conhecimento, assim como a criação de contextos de aprendizagem de capacidades cognitivas gerais.

Com outras preocupações, mas no mesmo sentido, Doly (1999) refere que “a partir de 1977, estudos comparativos entre crianças em situação de fracasso de aprendizagem e crianças com êxito, estudos sobre sobredotados e as diferenças entre noviços e peritos (Bouffard-Bouchard, 1994; Cullen, 1985; Wong, 1985) convergem na constatação que a ineficácia dos esforços das crianças em fracasso se deve a deficiência do tipo mais metacognitivo que cognitivo” (p. 20). Doly refere também Biggs (1985) para refletir que “quando se vê o interesse das competências metacognitivas para a criança na escola, somos levados a pensar que os professores não deveriam contentar-se em escolher as tarefas em função dos conteúdos mas também em função das competências metacognitivas que estas tarefas põem em acção” (1999, p.21).

Figueira (2003 p.14,) refere que existe “ a crença consensual que a prática da metacognição conduz a uma melhoria intelectual e, portanto, a uma potencialização do processo de aprender (Borkowski, 1985; Campione, 1987; Flavell & Wellman, 1977; Forrest-Pressley & Waller, 1984; Lefebvre-Pinard, 1983; Markman, 1977)”. Destaca também Brown (1978) na verificação de que muitas vezes a distinção entre bons e maus

alunos reside “na sua capacidade em reconhecer e avaliar as dificuldades na compreensão de uma tarefa” (Figueira, 2003, p.14).

Daí que Bouffard-Bouchard et al (1991) sustentem que uma pedagogia centrada no desenvolvimento das competências metacognitivas desde cedo, assim como, no esforço cognitivo das aprendizagens tem no seu centro a autonomia intelectual e a adaptação. Esta ideia reforça o pensamento de Flavell (1985) segundo o qual “se as competências metacognitivas são úteis nas aprendizagens escolares e se algumas fazem falta aos alunos, talvez devessem ser ensinadas às crianças como parte integrante do programa escolar” (cit por Doly, 1999, p. 21).

Para ensinar a utilização de estratégias de aprendizagem metacognitiva, Monereo (2001) considera que o professor precisará de estruturar as suas atividades e a sua organização didática considerando aspetos inerentes a esse processo. Para este autor, o professor deveria ter em conta no processo de ensino alguns princípios: explicitar aos alunos o sentido, a utilidade e o valor da estratégia que pretende ensinar e do porquê; mostrar aos alunos que a estratégia se aplica à aprendizagem de diferentes conhecimentos; insistir para que os estudantes utilizem essas estratégias, para que o estudante tome consciência da sua importância e se acostume a tornar-se reflexivo; transferir gradual e progressivamente para a responsabilidade dos estudantes as atividades propostas e os métodos utilizados, delegando o controlo sobre a aprendizagem para o aluno; optar por situações-problemas, exercícios simples e, ir progressivamente passando a inserir problemas abertos e maiores exigências cognitivas; criar espaços para que os alunos possam apresentar e discutir as estratégias utilizadas para resolver os problemas e avaliar as metodologias utilizadas; avaliar explicitamente o esforço que eles realizam quando planificam e regulam sua ação.

Thomas (2012) refere, por isso, que a metacognição de professores e alunos deve ser um foco nas reformas educativas.

#### **1.4. A mediação e a metacognição.**

Braten (1991) salienta a importância da teoria desenvolvimental de Vygotsky para a investigação sobre metacognição, destacando a sua aplicação na aprendizagem autorregulada e na resolução de problemas. Assim como, se salienta o papel central dos

“conceitos científicos” para o desenvolvimento da metacognição e da autorregulação (Fox, 2008).

No desempenho da função docente é fundamental a compreensão dos processos de desenvolvimento mental de forma a permitir o ajustamento de estratégias, visando a promoção de processos mentais superiores. Vygotsky abordou a formação social da mente e o que designou como internalização das funções psicológicas superiores. Neste caso, considerando a internalização como “a reconstrução interna de uma operação externa” que “consiste numa série de transformações” (Vygotsky, 2003, p.74). Um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal, em que todas as funções aparecem primeiro no nível social (interpsicológico) e depois no nível individual (intrapsicológico).

Num contexto em que o termo função psicológica superior é utilizado como combinação entre o instrumento e o signo na atividade psicológica, a transformação de atividades que utilizem signos, de atividades de desenvolvimento de inteligência prática, da atenção voluntária e da memória é extremamente importante para o desenvolvimento dos processos mentais superiores. “A transformação de um processo interpessoal num processo intrapessoal é o resultado de uma longa série de eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento” (Vygotsky, 2003, p.74). Na prática, assume-se um processo de transformação que se inicia no exterior do indivíduo e que, através de um processo que inclui uma diversidade de acontecimentos, posteriormente é assumido do ponto de vista pessoal. Quando devidamente concluído este processo estabelece um marco no desenvolvimento.

No processo de ensino-aprendizagem, a relação entre aprendizagem e desenvolvimento da criança encontra concepções diversas. A necessidade de compreensão da diferença entre o que a criança faz, efetivamente, e o que será capaz de fazer, coloca o professor num papel relevante e mobilizador das suas capacidades, propiciando o seu desenvolvimento mental. Vygotsky salientou a importância da relação entre aprendizagem e desenvolvimento afirmando que “os problemas encontrados na análise psicológica do ensino não podem ser correctamente resolvidos ou mesmo formulados sem ter em conta a relação existente” (2003, p. 103). Neste sentido, este autor identifica três grandes posições capazes de agregar as principais concepções sobre esta relação. As três posições consideradas são: a aprendizagem é independente do desenvolvimento da criança, a aprendizagem e o desenvolvimento representam uma mesma unidade ou a aprendizagem e o desenvolvimento estão interligados e dependentes.

Na primeira abordagem a aprendizagem é considerada como um processo puramente externo que não está envolvido ativamente no desenvolvimento. A relação entre a aprendizagem e o desenvolvimento poderia ser estabelecida numa base meramente utilitária, em que a aprendizagem se apoiaria nos avanços do desenvolvimento, não contribuindo para determinar a sua evolução. Esta visão retira a esta relação qualquer dependência funcional. A segunda abordagem postula que aprendizagem é desenvolvimento. A relação de dependência não é assumida em contraponto à primeira abordagem, pois a aprendizagem e o desenvolvimento confundem-se e perdem identidade. A terceira posição de certa forma combina as duas anteriores e tenta superar os extremos definidos por cada uma.

Esta teoria apresenta três aspetos considerados inovadores por Vygotsky. O primeiro é o facto de resultar da combinação de dois pontos de vista aparentemente opostos. O segundo aspeto é a ideia de que os dois processos são mutuamente dependentes e interagem entre si. Por último, e considerando como o mais relevante, o amplo papel que atribui à aprendizagem no desenvolvimento da criança.

Ao atribuir-se à aprendizagem um papel destacado, esta assume-se como “mais do que a aquisição de capacidade para pensar; é a aquisição de muitas capacidades especializadas para pensar sobre várias coisas” (Vygotsky, 2003, p. 108). Acredita-se, assim, que quando a criança aprende a realizar uma operação, assimila um princípio estrutural que poderá ser usado noutra operação, da mesma esfera de aplicação. A criança conseguirá extrapolar o princípio estrutural para outra operação, que não aquela que permitiu a sua assimilação. Neste sentido, a aprendizagem e o desenvolvimento não coincidem, sendo que a aprendizagem precede o desenvolvimento e potencia-o.

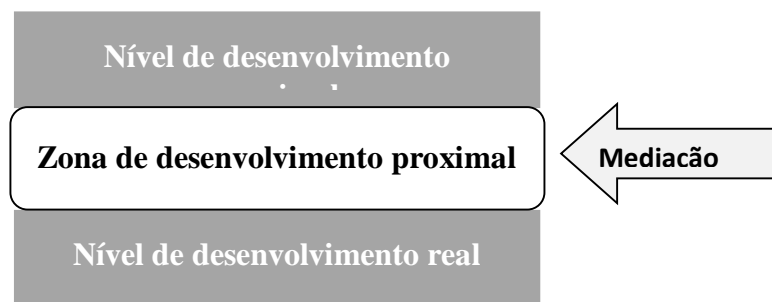
Para Vygotsky a análise destas três posições teóricas permite compreender melhor a relação entre a aprendizagem e o desenvolvimento. No entanto, determina como ponto de partida, a assunção de que a aprendizagem das crianças começa muito antes do seu percurso escolar. Mesmo tendo em conta as afirmações de que a aprendizagem em idade pré-escolar é muito diferente da escolar, centrada na assimilação de fundamentos do conhecimento científico. De acordo com Vygotsky (2001) o início do percurso escolar marca um caminho muito interessante e novo no que concerne ao desenvolvimento de conceitos. Na escola a criança vai se confrontar com uma grande diversidade de objetos.

A descoberta das relações reais entre o processo de desenvolvimento e a capacidade de aprendizagem não se pode limitar à determinação de níveis de desenvolvimento para

adequação do processo de aprendizagem. Assim, temos que determinar pelo menos dois níveis de desenvolvimento: nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento proximal. O primeiro corresponde ao nível de desenvolvimento das funções mentais da criança, estabelecidas como resultado de completar ciclos de desenvolvimento. O segundo nível resulta da noção de que aquilo que a criança pode fazer acompanhada é muito mais indicativo do seu desenvolvimento mental do aquilo que consegue fazer sozinha. Assim, Vygotsky define como zona desenvolvimento de proximal a “distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento proximal, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes” (Vygotsky, 2003, p. 112).

Na clarificação destes conceitos, assume-se que o nível de desenvolvimento real de uma criança define os produtos finais do desenvolvimento, ou seja, funções já amadurecidas. Este caracteriza o desenvolvimento mental de uma forma retrospectiva, por oposição ao nível de desenvolvimento proximal que caracteriza prospectivamente o desenvolvimento mental. Por outro lado, “a zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário” (Vygotsky, 2003, p. 113)

Para os psicólogos e educadores a zona de desenvolvimento proximal fornece informações sobre a forma como se processa o desenvolvimento (Figura 4). Esta perspectiva é mais relevante por se tratar não só do desenvolvimento da criança já efetuado, ciclos e processos de maturação já completados, mas também do desenvolvimento que está em formação. Assim, tem-se acesso aos processos que estão em maturação, para além do que foi atingido através do desenvolvimento, permitindo planificar e adequar as atividades ao estado dinâmico do desenvolvimento. Na prática, realça-se que “aquilo que é a zona de desenvolvimento proximal hoje, será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã” (Vygotsky, 2003, p. 113).



*Figura 4.* Zona de desenvolvimento proximal.

Esta abordagem põe em causa os princípios que advogam que apenas o que a criança realiza de forma independente é indicativa do seu nível de desenvolvimento mental e que não consideram relevante o papel da imitação na aprendizagem. Vygotsky salienta que a aprendizagem “desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com os seus companheiros” (Vygotsky, 2003, p.117), sendo assim a criação da zona de desenvolvimento proximal um aspeto essencial da aprendizagem.

Retomando a questão da relação da aprendizagem com o desenvolvimento, todas estas apreciações marcam o posicionamento de Vygotsky de que estes dois aspetos não coincidem. Clarificando, o processo de desenvolvimento é mais lento do que a aprendizagem e segue-a, dando origem à zona de desenvolvimento proximal. Salienta-se, assim, a unidade entre os processos de aprendizagem e do desenvolvimento, mas mantendo cada um o seu espaço próprio, a sua identidade. “A enorme experiência pedagógica e simples observações empíricas, bem como uma série de pesquisas comprovam que o desenvolvimento mental e os processos de aprendizagem estão intimamente ligados e devem ser ajustados um ao outro” (Vygotsky, 2001, p.489). Um outro aspeto salientado é o de que os dois processos nunca são realizados em igual medida ou em paralelo. “Na realidade, existem relações dinâmicas altamente complexas (...), as quais não podem ser englobadas por uma formulação hipotética imutável”, assim como, “cada assunto tratado na escola tem a sua própria relação específica com o curso do desenvolvimento da criança, relação essa que varia à medida que a criança vai de um estágio para outro” (Vygotsky, 2003, p.119).

Esta análise coloca a necessidade de se ter presente a importância da relação estabelecida entre aprendizagem e desenvolvimento e o papel relevante atribuído à zona de

desenvolvimento proximal. Kozulin (2003) considera que apesar de este ser o conceito mais popular de Vygotsky, usado na teoria educacional contemporânea, continua a ser pouco compreendido. Para tal, poderá ter contribuído o facto de ser usado em três contextos diferentes. No contexto do desenvolvimento, a zona de desenvolvimento proximal é usada para explicar as funções psicológicas emergentes na criança. No contexto da aplicação, explica a diferença entre os rendimentos individuais e ajudados da criança, ambas em situações de avaliação e na aprendizagem em sala de aula. Finalmente, a zona de desenvolvimento proximal é usada como um “espaço” metafórico onde conceitos espontâneos da criança se encontram com conceitos “científicos” fornecidos por professores ou outros mediadores da aprendizagem. Em linha com a visão de Flavell de que muita da cognição social é em si metacognitiva por natureza (1981).



## **2. A Avaliação do Desenvolvimento Metacognitivo**

### **2.1. Os instrumentos de avaliação da metacognição.**

O desenvolvimento metacognitivo tem sido estudado com diversas metodologias e em diversos contextos. Desde entrevistas como Swanson (1990) ou Zimmerman e Martinez-Pons (1986), a monitorização através de listas de verificação como Manning et al (1996). Também a avaliação da regulação metacognitiva foi desenvolvida por vários autores como Newman (1984a, 1984b, Newman & Wick, 1987), Pressley e seus colegas (Pressley & Ghatala, 1989; Pressley, Levin, Ghatala, & Amhad, 1987) ou Tobias e seus colegas (Tobias, Everson, & Laitusis, 1999), recorrendo a diferentes técnicas de calibração.

Veenman et al (2006) distingue dois grupos de métodos de avaliação da metacognição em função do momento em que é realizada a avaliação. Assim, considera que quando os métodos são utilizados antes e após a realização da tarefa, estamos perante métodos off-line. Por outro lado, quando os métodos são utilizados no decorrer da tarefa, são considerado on-line. Os dois métodos podem ser utilizados para avaliar as mesmas competências, mas em momentos diferentes, dependendo a sua utilização da metodologia utilizada pelos autores (Pascualon, 2011).

Os questionários foram mais desenvolvidos para alunos mais velhos ou adultos, como são o caso do MAI - Metacognitive Awareness Inventory (Schraw & Denninson, 1994) ou o MSLQ - Motivated Strategies for Learning Questionnaire (Pintrich, Smith, Garcia & McKeachie, 1991).

O MAI foi desenvolvido para a avaliação da metacognição de adultos, de acordo com a teoria de Brown (1987). Foram consideradas três componentes do conhecimento da cognição (declarativo, condicional e procedimental) e cinco componentes da regulação da cognição (planificação, monitorização, gestão de informação, avaliação e apuramento).

O MSLQ foi elaborado a partir da adaptação de itens de vários instrumentos usados para avaliar a motivação dos alunos, a utilização de estratégias cognitivas e a metacognição. Foi estudada a consistência dos dois instrumentos e a relação entre as duas escalas, (Sperling, Howard, Staley, & DuBois, 2004).

Cartwright-Hatton e Wells (1997) desenvolveram sete estudos sobre os Questionários Metacognitivos (Meta-Cognitions Questionnaires, MCQ), compostos por 65

afirmações sobre crenças e processos envolvidos nos pensamentos do próprio indivíduo. Os autores partiram do pressuposto de que as crenças na desordem psicológica são um componente metacognitivo que contribui para padrões de resposta mal adaptados e para o desenvolvimento e persistência de desordens psicológicas. O MCQ considerou cinco fatores: crenças positivas sobre a preocupação, crenças negativas sobre a incontabilidade de pensamentos e riscos correspondentes, confiança cognitiva, crenças negativas sobre pensamentos em geral e autoconsciência cognitiva.

Wells e Cartwright-Hatton (2004) estudaram posteriormente uma forma curta do MCQ, o MCQ-30. Selecionaram seis itens representantes de cada um dos cinco fatores, num total de 30 itens, apresentando boa consistência interna e uma estrutura de fatores consistente com o MCQ.

Moraitou e Efklides (2009) investigaram propriedades psicométricas de instrumento destinado à avaliação de competências metacognitivas, o Blank in the Mind Questionnaire (BIMQ), com o objetivo de diferenciar experiências indicativas de lacunas na memória de experiências indicativas de lacunas no conhecimento, relacionando com o conceito de experiências metacognitivas. É um instrumento de 29 itens, que avalia a experiência da lacuna na mente, a experiência da lacuna no conhecimento e as reações negativas relacionadas à falha na memória.

## **2.2. A avaliação do desenvolvimento metacognitivo dos alunos.**

Pascualon (2011) construiu uma escala de avaliação da metacognição infantil, a partir de instrumentos de avaliação da metacognição, como Metacognitive Awareness Inventory (MAI), formulado por Shraw e Denisson (1994), Meta-Cognitions Questionnaires (MCQ), elaborados por Cartwright-Hatton e Well (1997), a forma reduzida do MCQ, o MCQ-30 (Wells & Cartwright-Hatton, 2004) e o Metacognitive Awareness of Reading Strategies Inventory (MARS) de Mokhtari e Reichard (2002). Esta escala foi constituída com 40 itens.

Em Portugal foram desenvolvidas versões do MAI para formandos da Força Área Portuguesa (Bártolo-Ribeiro, Almeida, Simões & Maroco, 2010) e do MSLQ para alunos do ensino superior de engenharia (Melo, Mendes, Sá, Gonçalves, Pile & Carvalho, 2006) e enfermagem (Santos & Pinheiro, 2010), com maior ênfase nas questões da motivação e nas estratégias de aprendizagem, cognitivas e metacognitivas.

Instrumentos originais para adultos foram adaptados para alunos mais novos, como o Jr. Metacognitive Awareness Inventory (Sperling, Howard, Miller, & Murphy, 2002), incluindo duas versões, A e B. Para alunos entre o terceiro e quinto ano de escolaridade, a versão A do Jr. Metacognitive Awareness Inventory (Jr. MAI), inclui 12 itens de resposta de três opções (nunca, algumas vezes e sempre). A versão B do Jr. MAI foi desenvolvida para alunos mais experientes, com altos níveis de autorregulação, entre os seis e os nove anos de escolaridade, com 18 itens, numa escala de likert de 5 pontos. A sua construção também teve em conta o quadro teórico de Brown (1987), com os três componentes do conhecimento da cognição (declarativo, condicional e procedimental) e os cinco componentes da regulação da cognição (planificação, monitorização, gestão de informação, avaliação e apuramento), já considerados no MAI.

### **2.3. A percepção do professor do desenvolvimento metacognitivo dos alunos.**

A versão do MAI foi adaptada por Balcikanli (2011) na construção de um instrumento de avaliação da consciência metacognitiva do professor, o Metacognitive Awareness Inventory for Teachers (MAIT). Esta versão foi usada por Mai (2015) para avaliar a consciência metacognitiva de professores de ensino das ciências, encontrando altos níveis de percepção metacognitiva.

Carr e Kurtz (1991) destacaram que os professores têm percepção de diferenças individuais no conhecimento metacognitivo dos seus alunos. No entanto, também consideraram que os professores mantinham uma visão holística do rendimento, associando ao desenvolvimento metacognitivo, autoconceito, esforço e competências.

Já Sperling et al, (2002) desenvolveu o Teacher Rating of Metacognition e estudou a sua relação com as duas versões do Jr. MAI. Neste caso, foi encontrada correlação significativa para a versão A do Jr. MAI, para alunos mais novos, por poder estar associada a uma avaliação em contexto mais geral.

Por outro lado, a versão B do Jr. MAI, para alunos mais experientes, foi utilizada no contexto específico de uma disciplina, tendo o professor dessa área do conhecimento também procedido à avaliação dos seus alunos com o Teacher Rating of Metacognition. No entanto, não foi encontrada correlação significativa entre a avaliação do desenvolvimento

metacognitivo dos alunos com o Jr. MAI e a percepção do professor do desenvolvimento metacognitivo dos seus alunos.

### 3. O Ensino das Ciências

#### 3.1. O papel desempenhado pelo ensino das ciências.

A Educação em Ciência implica a formação de cidadãos cientificamente informados e cultos, com atitudes, valores e competências que provam a tomada de decisão consciente e responsável (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002).

Como elementos da sociedade os alunos de ciências devem ser cientificamente literados contribuindo com o conhecimento científico, para a tomada de decisões (OECD/PISA, 1999).

A compreensão dos conceitos científicos, pelos alunos, é muito importante para sua participação cívica e cultural ativa (NRC, 2000). “Cada indivíduo deve dispor de um conjunto de saberes do domínio científico-tecnológico que lhe permita compreender os fenómenos do mundo em que se insere, deve acompanhar as questões decorrentes da atividade científico-tecnológica com implicações sociais e deve tomar decisões democráticas de modo informado” (Martins & Veiga, 1999, p.3).

O conceito de literacia científica surgiu, nos Estados Unidos da América, há cerca de 50 anos. De acordo com OECD/PISA (1999) a literacia científica compreende três aspetos: processo científico, conceitos científicos e situações. O processo científico inclui o conhecimento científico, mas não é exclusivo para o sucesso; os conceitos científicos podem ser agrupados de formas diversas contribuindo para a compreensão científica do mundo envolvente; situações compreendem problemas do mundo real que afetam os indivíduos. Permitem uma avaliação do conhecimento científico.

A literacia científica fornece aos indivíduos as ferramentas para compreenderem e intervirem nos debates científicos e questões tecnológicas, promovendo um desenvolvimento sustentável em que o bem-estar da humanidade e do meio ambiente sejam valores a prosseguir.

Martins (2003) associa literacia científica com o papel que o indivíduo desempenha na sociedade: erudita, competente e funcional. Na literacia erudita o conhecimento constitui por si próprio um valor intelectual independentemente da sua aplicação; A literacia competente está associada à resolução de problemas práticos, desenvolvendo o pensamento

crítico dos alunos; Na literacia funcional os alunos têm que mobilizar conhecimentos científicos na resolução de uma questão colocada pela sociedade em que se inserem.

Nas Orientações Curriculares (Galvão *et al*, 2002) é evidenciado o papel do Ensino das Ciências na promoção da literacia científica. “O papel da Ciência e da Tecnologia no nosso dia-a-dia exige uma população com conhecimentos e compreensão suficientes para entender e seguir debates sobre temas científicos e tecnológicos e envolver-se em questões que esses temas colocam, quer para eles como indivíduos, quer para a sociedade como um todo” (DEB, 2000, p. 129).

Martins (2003) distingue as dimensões saberes, ações e valores na alfabetização científica, cujo desenvolvimento é gradual. Na dimensão dos saberes inclui competências de conteúdo e epistemológicas. Na dimensão das ações inclui competências de aprendizagem, sociais, processuais e de comunicação. A dimensão valores está associada a competências éticas.

Quanto às finalidades da Educação em Ciência centram-se para Cachapuz, Praia e Jorge (2002) em tornar os alunos cientificamente cultos, orientar os que queiram seguir carreiras ligadas à Ciência e Tecnologia e Educar em Ciências.

Carlson, Humphrey e Reinhardt (2003) apresentam como finalidades a natureza nos processos e nos conceitos da ciência. Quanto à natureza da ciência a Educação em Ciência orienta os alunos para uma mente aberta na procura de explicações, com base em evidências, e sua reformulação face à ocorrência de novas evidências ou discussões; nos processos exige-se perseverança dos alunos na identificação de questões, observação sistemática, medição exata e controle de variáveis; Nos conceitos da ciência permite aos alunos a aquisição de conhecimentos de diversos conceitos científicos.

O Ensino da Ciência, em Portugal (DEB, 2000), deve proporcionar aos alunos o desenvolvimento da curiosidade sobre o mundo que os rodeia, a compreensão das ideias e estruturas das ciências, bem como dos procedimentos da investigação científica. Deve contribuir para o questionamento do comportamento humano e do impacto da Ciência e Tecnologia no mundo que os rodeia de forma a terem uma intervenção ativa, crítica e responsável. Compete aos professores proporcionar aos alunos as estratégias ajustadas ao desenvolvimento destas competências.

As Orientações Curriculares, expressas no Decreto-Lei n.º 6/2001, consideram a literacia científica como “o conjunto de aprendizagens e competências, integrando os conhecimentos, as capacidades e as atitudes e valores a desenvolver pelos alunos ao longo do ensino básico” (p. 259). Na aprendizagem das Ciências Físicas e Naturais as competências encontram-se focadas em diferentes domínios: conhecimento (substantivo, processual e epistemológico), raciocínio, comunicação e atitudes (DEB, 2000). Assume-se a competência como “a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações” (Perrenoud, 2000, p.1).

Santos (2002) identifica três características fundamentais associadas ao conceito de competência, nos normativos curriculares, em Portugal: ação, situação com certo nível de complexidade e integração. O primeiro nível mais rotineiro associado ao ato de agir; no segundo exige uma situação não rotineira que implique já a tomada de decisões; na integração pressupõe atividades desenvolvidas com uma abordagem holística.

Também Perrenoud (2000) se pronuncia incentivando os professores a ousar renovar os seus hábitos construindo problemas complexos e pertinentes que constituam um desafio para os alunos na sua resolução, com mobilização oportuna de diferentes saberes, em novas situações, desenvolvendo várias competências e a sua autonomia.

Para a autonomia do indivíduo Perrenoud (2000) considera fundamental que lhe seja proporcionado o desenvolvimento de oito categorias de competências: “saber identificar, avaliar e valorizar os seus limites, necessidades e direitos; saber analisar e relacionar situações; saber cooperar, participar e partilhar a liderança; saber estimular organizações e sistemas de ação coletiva do tipo democrático; saber superar conflitos; saber conviver, utilizar e elaborar regras; saber construir normas negociadas de convivência que superem diferenças culturais” (p. 20).

Miguéns (1999) considera que as competências associadas aos processos cognitivos gerais como observar, classificar e formular hipóteses não podem ser ensinadas e que as técnicas práticas e laboratoriais e estratégias de investigação ou *inquiry* podem ser ensinadas ou desenvolvidas. Na avaliação de competências importa criar as condições de desenvolvimento dessas competências e ter em conta as possibilidades de ocorrência para se organizarem situações para a avaliação.

### **3.2. Contextos, estratégias e modelos de ensino das ciências.**

Cachapuz, Praia e Jorge (2002) referem várias perspetivas de ensino em ciências: ensino por transmissão, ensino por descoberta, ensino para a mudança conceptual e ensino por pesquisa.

O ensino por transmissão centra-se no professor cabendo ao aluno um papel passivo de memorização e reprodução da informação. O conhecimento científico é visto como imutável e inquestionável. As atividades experimentais são muito dirigidas não promovendo o questionamento.

No ensino por descoberta, introduzido em Portugal nos anos 70, centrado no aluno, a aprendizagem é realizada a partir da observação cabendo ao professor o papel de organizador das situações de aprendizagem.

No ensino para a mudança conceptual as conceções alternativas dos alunos e o erro enquadram-se numa perspetiva construtivista da aprendizagem, a partir dos quais o aluno efetua a mudança de conceitos e construção da sua própria aprendizagem conceptual. O papel do professor é o de levantar dúvidas e questões, num percurso dinâmico de trabalho colaborativo.

O ensino por pesquisa constitui uma visão contemporânea do ensino das ciências, com promoção da interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, tendo como finalidade a construção de conceitos, competências, atitudes e valores e levando a uma reflexão sobre a importância da ciência e a sua relação com a sociedade. Nesta perspetiva os alunos têm uma atitude ativa de estudo de problemas do seu interesse no âmbito CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), cabendo ao professor o papel de moderador, sendo a avaliação formativa parte integrante da aprendizagem.

Estratégia de ensino refere-se, de acordo com Simão (2002), a um conjunto de competências de ensino consideradas nucleares para a aprendizagem dos alunos. Nas Orientações Curriculares aos temas do currículo estão associadas propostas de estratégias de ensino/aprendizagem para obtenção das competências de literacia científica (Galvão, C., Reis, P., Freire, A. & Oliveira, T., 2007).

Leite (2001) refere a contribuição dos exercícios para o desenvolvimento do conhecimento processual. Enquadram-se nos processos da ciência através de medições, manipulação de material científico e interpretações (Woolnough, 2000). Segundo este autor

as experiências, que devem ser simples e rápidas, sem envolvimento de muitos cálculos, permitem a delimitação da teoria. Para Leite (2001) podem proporcionar a aprendizagem do conhecimento conceptual.

Woolnough (2000) considera que as estratégias se poderão implementar através de exercícios, demonstrações, experiências e atividades de investigação. As atividades de investigação proporcionam aos alunos a resolução de um problema como cientistas (Woolnough, 2000), aprendendo, sem procedimentos previamente determinados, a fazer ciência (Leite, 2001).

### **3.3. As atividades de investigação.**

A Educação em Ciência a partir de atividades de investigação torna-se relevante no início do século passado (Bybee, 2000). Anteriormente o método de transmissão de conhecimentos era dominante. Esta perspectiva foi criticada por Dewey, em 1906, por considerar que a ciência era mais do que uma acumulação de conhecimentos sendo entendida, também, como um processo ou método de aprender.

A partir da década de 50 torna-se evidente a necessidade de atividades de investigação no estudo das Ciências através dos trabalhos como os de Dewey, Schwab, Bruner, Piaget, influenciando os currículos de estudo Ciências (NRC, 2000). Para Schwab (1978) a exploração do mundo natural e de novas evidências, pelos alunos, conduz a uma visão de ciência como estrutura conceptual.

A noção de investigação em educação tem sofrido alteração, sendo identificada com a questão de partida. O conceito de investigação apresenta diversas definições e é considerado problemático, por Ernest (1996), porque descreve um processo em que se inclui a ação de investigar, a procura, exame sistemático, inquirição, pesquisa personalizada e cuidadosa, mas levanta novas questões que alteram o objeto da inquirição.

A investigação requer a identificação do problema e atividades multifacetadas como realização de observações, colocação de questões, pesquisa bibliográfica, planeamento de investigações, revisão dos conhecimentos já existentes, construção e/ou utilização de ferramentas de análise de dados, exploração, previsão e resposta à questão e comunicação de resultados (NRC, 2000).

Segundo Carlson, Humphrey e Reinhardt (2003) nas atividades de investigação os alunos participam de forma ativa na procura de caminhos para as respostas às questões levantadas sendo esta metodologia promotora da compreensão dos fenômenos do mundo atual e desenvolvimento de capacidades. Assim, é fundamental para estimular o envolvimento dos alunos e criar condições para o aumento dos seus conhecimentos usar, nas investigações, como ponto de partida os conhecimentos que já possuem sobre o mundo natural; convidar os alunos a expor as suas ideias usando-as como linha de base para o crescimento dos seus conhecimentos; ajudar os alunos a estabelecer relações entre as suas ideias e questões levantadas e a realidade do mundo exterior; ajudar os alunos na reflexão sobre as suas aprendizagens.

Para Ash e Klein (2000) as atividades de investigação são processos de resolução de problemas conduzidos pela curiosidade, interesse e perseverança que envolvem o indivíduo na exploração dos materiais e do mundo natural, formulando questões e previsões, levantando hipóteses e criando modelos ou teorias. Madruga (2002) considera que a atividade de investigação tem como propósito a resposta a um problema para o qual não se sabe a solução ou uma meta a atingir para o qual é necessário encontrar o caminho.

A exploração de problemas nas atividades de investigação é, para os alunos, promotora da construção de novas concepções, a partir dos conhecimentos anteriores (Miguéns, 1999). Os alunos, partindo dos conhecimentos que já possuem e dos seus interesses, assumem a atividade de investigação como um projeto pessoal (Almeida 2002).

Segundo Wellington (2002) nem todos os tipos de investigação são atividades de resolução de problemas. Existem diversos tipos de investigação em que evidencia três eixos (Figura 5), com situações contínuas em que considera as seguintes dimensões, como extremos: no primeiro, aluno ativo versus professor ativo, os alunos colocam as questões sem restrições ou o professor coloca as questões ou o problema; no segundo, fechadas versus abertas, apenas uma resposta/um caminho ou diversas soluções/ diversos caminhos; no terceiro, atividades estruturadas versus não estruturadas, orientação em todas as fases ou sem orientação. As dimensões das atividades de investigação constituem uma ajuda para os professores, na planificação e seleção das atividades a implementar e contribuem para a clarificação do processo de avaliação.

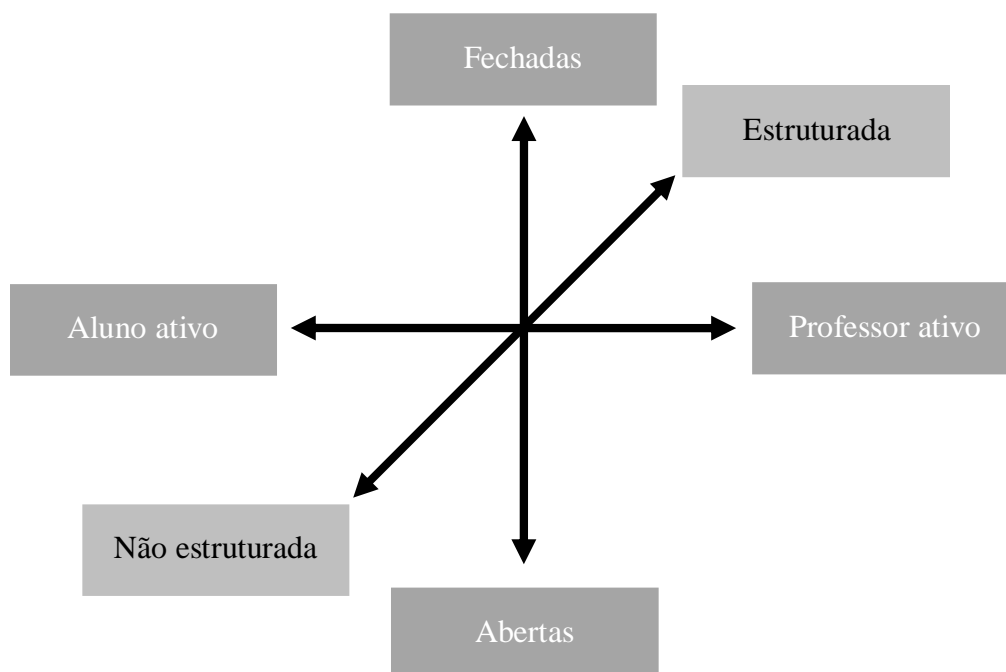


Figura 5. Dimensões das atividades de investigação (adaptado de Baptista, 2006).

Quanto ao modo de encarar as investigações Ernest (1996) considera três perspectivas: rejeição das investigações não sendo considerado apropriado para os alunos quando o ensino é essencialmente orientado pelos conteúdos; incorporação da investigação como tema do currículo orientado essencialmente pelos conteúdos; investigação como pedagogia de abordagem do currículo proporcionando um ambiente de aprendizagem em que sejam encorajados a explorar, testar e investigar.

As Orientações Curriculares para os ensinos básico e secundário são consistentes com esta perspectiva ao preconizar, como estratégia de ensino, a resolução de situações problemáticas, referindo que “mais do que memorizar grandes quantidades de informação que, nos dias de hoje, se encontra cada vez mais acessível, importa saber procurá-la, sistematizá-la, avaliar a sua pertinência para o problema a resolver, explorá-la nas suas virtualidades. Estas competências são hoje consideradas indispensáveis e devem ser devidamente valorizadas e desenvolvidas” (DES, 2000, p. 20).

As atividades de investigação estiveram, na Educação em Ciência, durante muito tempo associadas à ideia um método científico tradicional e universal transmitindo aos estudantes uma ideia errada de como os cientistas desenvolvem o seu trabalho. Almeida

(2002) afirma que não existe um modelo único. Segundo Woolnough (2000) as atividades de investigação, mais abertas ou mais fechadas, incentivam os alunos a procurar caminhos, delinear os seus planos, testá-los, analisar resultados e comunicá-los, proceder à avaliação e reformulação.

As atividades de investigação apresentam características essenciais, como as 5 avançadas pelo NRC (2000): o aluno envolve-se em questões cientificamente orientadas, dá prioridade a evidências na resposta às questões, formula explicações a partir de evidências, relaciona as explicações com o conhecimento científico e comunica e justifica as explicações. Nesta abordagem, apresentam ainda entre 3 a 4 variações que representam diferentes níveis de autorregulação do aluno ou, por oposição, diferentes níveis de regulação por parte do professor ou materiais (Figura 6).

Características	Variações			
1. O aluno envolve-se em questões cientificamente orientadas	O aluno coloca uma questão	O aluno selecciona entre questões, coloca novas questões	O aluno apura ou clarifica questões fornecidas pelo professor, materiais ou outras fontes	O aluno envolve-se em questões fornecidas pelo professor, materiais ou em outras fontes
2. O aluno dá prioridade a evidências na resposta às questões	O aluno determina o que constitui evidências e recolhe	O aluno é orientado na recolha de determinados dados	O aluno recebe os dados e é solicitado a analisar	O aluno recebe os dados e dizem-lhe como analisar
3. O aluno formula explicações a partir de evidências	O aluno formula explicações depois de sintetizar as evidências	O aluno é orientado no processo de formulação de explicações a partir de evidências	O aluno dispõe de formas possíveis para usar as evidências para formular explicações	O aluno dispõe de evidências e da forma de as usar para formular explicações
4. O aluno relaciona as explicações com o conhecimento científico	O aluno, de forma autónoma, examina outras fontes e estabelece ligações com as explicações	O aluno é orientado para áreas e fontes de conhecimento científico	O aluno recebe possíveis ligações	
5. O aluno comunica e justifica as explicações	O aluno estabelece argumentos razoáveis e lógicos para comunicar as explicações	O aluno é apoiado no desenvolvimento da comunicação	O aluno comunica através de linhas gerais fornecidas para o efeito	O aluno comunica através de passos e procedimentos fornecidos
<p><b>Maior ----- auto-regulação do aluno ----- Menor</b></p>				
<p><b>Menor ----- regulação por parte do professor ou materiais ----- Maior</b></p>				

Figura 6. Características das atividades de investigação e variações.

Carlson, Humphrey e Reinhardt (2003) propõem um modelo com um ciclo de quatro fases em que, de uma forma dinâmica, não têm que ser todas seguidas. Na primeira fase os alunos levantam uma questão e identificam o problema que pretendem resolver. A segunda fase consiste em explorar, descobrir e criar – exploram a questão, as suas ideias e os materiais

relativo ao fenómeno científico; planeiam a resolução do problema, investigam os materiais necessários, recolhem e organizam dados, experimentam e preparam experiências futuras. Na terceira fase ocorre uma proposta de explicação ou solução para o problema, através de um novo conhecimento construído com base nas suas observações, recolha de dados e conclusões. Da construção individual é importante enriquecer com o diálogo com os colegas e professor podendo surgir novas questões. Nesta fase é necessário dar tempo aos alunos para a revisão das suas ideias e conclusões. Na última fase, de reflexão sobre o seu conhecimento e proposta de investigações futuras por formulação de novas questões. O professor pode realizar a avaliação formativa em cada fase a partir da observação direta e da recolha de informações.

O modelo construtivista definido pelo *Biological Science Curriculum Study* (BSCS) consiste num ciclo de aprendizagem em cinco fases conhecido como o modelo dos Cinco 'E' (Lorsbach, s.d): *Engage (Motivar)*, *Explore (Explorar)*, *Explain (Explicar)*, *Extend (Desenvolver)* e *Evaluate (Avaliar)*. Na fase inicial, *Motivar*, estimula-se a curiosidade e interesse do aluno fomentando o questionamento, a identificação e definição do problema, estabelecendo relações com experiências prévias. O professor deve, nesta fase, identificar o que os alunos já sabem e as suas conceções alternativas. Na segunda fase, *Explorar*, os alunos podem trabalhar em grupo, de forma não diretiva por parte do professor, promovendo a interação entre os alunos e o conflito sociocognitivo. Nesta fase os alunos questionam, fazem previsões levantam hipóteses, planificam a forma de as testar, testam-nas, registam as observações, discutem entre si os resultados obtidos, comparam alternativas possíveis e organizam a informação. Na terceira fase, *Explicar*, os alunos são incentivados a explicar a experiência de aprendizagem articulando as observações, ideias, questões e hipóteses e a fundamentar, por palavras próprias, os conceitos emergentes da experiência de aprendizagem utilizando os resultados das observações e medições, ouvindo criticamente as intervenções dos colegas e explicações do professor. O professor utiliza a experiência de aprendizagem como base de discussão e conclui definindo os conceitos e explicitando cientificamente o texto final. Na quarta fase, *Desenvolver*, são estabelecidas pelos alunos relações com outros conceitos e aplicando-os a novas situações, utilizando as definições formais. As estratégias utilizadas na fase de exploração e a informação prévia podem ser aqui utilizadas para colocação de questões, proposta de soluções, tomada de decisões, experimentação e registo de observações, devendo estimular-se a argumentação com base

em factos e evidências. A fase *Avaliar* deve ocorrer ao longo de todo o ciclo da experiência, avaliando o conhecimento próprio e a forma como foi adquirido.

A *National Science Teacher Association* (NSTA, 2000) propõe um modelo para actividades de investigação em que os alunos começam por definir o problema e propor hipóteses de resolução. Na etapa seguinte planeiam o procedimento e explicam as suas ideias ao professor. O professor ajuda-os a refletir e a compreender as suas aprendizagens colocando-lhes questões. Segue-se a seleção do material necessário e o teste. Por fim analisam os resultados e verificam se obtiveram resposta ao problema. Se tal não se verificar as hipóteses devem ser reformuladas e testadas novamente. A avaliação do professor efetua-se ao longo das diferentes etapas por observação direta recolhe informações sobre os conhecimentos dos alunos e o desenrolar da atividade, podendo utilizar uma escala de graduação. Esta avaliação formativa permite-lhe dar retroação permanente aos alunos sobre as suas aprendizagens permitindo-lhes melhorá-las e aperfeiçoar o seu trabalho de investigação.

O modelo designado por *problem-solving chain* (cadeia de resolução de problemas) foi proposto pela *Assessment of Performance Unit – APU* (citado em Almeida, 2002) e apresenta cinco fases: Reconhecimento do problema – exploração pelos alunos das suas próprias ideias para interpretação e compreensão do problema; Transformação do problema – formulação de hipóteses, pelos alunos, posteriormente testadas e desenvolvidas; Planificação e desenho da experimentação – seleção dos materiais necessários e estratégias experimentais para os alunos testarem as suas hipóteses; Execução prática da experimentação – execução do procedimento experimental, com registo de dados e observações, interpretação e registo das conclusões; Avaliação – ao longo de toda a investigação.

Wellington (2002) apresenta um modelo constituído por um ciclo com três fases. No início os alunos colocam questões, elaboram o plano das atividades de investigação, fazem previsões e colocam-se hipóteses. Na segunda fase efetuam observações, medem e manipulam variáveis. Na terceira fase analisam-se e interpretam-se resultados e avaliam-se evidências científicas. Esta fase não tem que ser a última porque podem surgir novas questões, revendo-se o plano e fazendo-se novas previsões.

Apesar da diversidade de modelos existentes para a realização de atividades de investigação, estes apresentam no entanto elementos comuns: identificar o problema;

explorar, descobrir e criar possíveis estratégias para o resolver; analisar os dados; avaliar os efeitos dos procedimentos realizados e aprender a partir dessa avaliação (Baptista, 2006). Todos têm como princípio que nem sempre é necessário seguir todas as etapas, dependendo da atividade de investigação e da estratégia adotada e que as etapas não são estanques podendo, em função das questões surgidas e da avaliação ao longo do percurso, surgir a necessidade de voltar a etapas anteriores. Conceber estratégias de ensino com base em atividades de investigação exige criatividade e tempo (Baptista & Freire, 2006).

Nas atividades de investigação a dinâmica na sala de aula, a relação aluno – professor e entre alunos é muito diferente de uma aula tradicional. O professor tem uma ação determinante na introdução da atividade de investigação atendendo às características da turma, os conhecimentos dos alunos, seus interesses e potencialidades.

Oliveira, Ponte, Santos e Brunheira (1999) consideram várias questões que se colocam na planificação de aulas que envolvem atividades de investigação: Como dar início à atividade? Que aspetos críticos considerar? Como estimular e manter o interesse dos alunos ao longo do trabalho? Como realizar a discussão? Qual a metodologia de trabalho mais adequada? Como efetuar a retroação aos alunos sobre o trabalho realizado?. Segundo estes autores o trabalho de investigação compreende três fases: introdução da tarefa, desenvolvimento do trabalho e balanço final. A primeira fase, a cargo do professor é fundamental principalmente para os alunos que não conhecem este tipo de atividade. No desenvolvimento do trabalho o papel do professor é mais passivo, cabendo-lhe orientar e questionar. Na última fase, na organização da discussão final, é necessário que o professor tenha um bom conhecimento do trabalho desenvolvido pelos alunos para moderar eficazmente as discussões entre os grupos de trabalho.

Carlson, Humphrey e Reinhardt (2003) referem que os alunos, ao verem como cientistas, levantando questões, propondo explicações, planeando a investigação que vão desenvolver, observando, comunicando utilizando diversos métodos e criticando as suas práticas participam no seu próprio processo de aprendizagem. Mencionam, no entanto, como fatores importantes a ter em consideração no desenvolvimento de atividades de investigação o tempo e a relação professor – aluno. Os alunos necessitam de materiais e de tempo para explorar ativamente as suas ideias e as questões levantadas. Uma boa relação entre professores e alunos é facilitadora da aprendizagem propiciando a descoberta das ideias que os alunos têm do mundo e a sua utilização, pelo professor, para dar início à investigação,

promover as discussões, ajudar os alunos a relacionar conceitos com experiências vividas fora da sala de aula, ajudar os alunos a refletir promovendo o desenvolvimento do conhecimento. As dificuldades sentidas no decorrer do trabalho, após serem ultrapassadas, constituíram uma forma de aprendizagem. Durante o desenvolvimento da investigação o papel do professor é de orientação e questionamento permitindo desta forma a avaliação formativa e retroação, aos alunos, sobre a forma como o trabalho decorre. Esta avaliação permite conhecer a forma como os alunos constroem o conhecimento e a sua evolução nas atividades de investigação.

Loughran, Berry e Mulhall (2006) referem que alguns alunos sentem dificuldades no início das atividades de investigação preferindo a aula de rotina tradicional, centrada no professor e muito estruturada, baseada em conteúdos. Sentem-se mais confortáveis numa posição de passividade, principalmente os que foram bem sucedidos com este método “poderão reagir negativamente a um estilo de ensino menos directivo e que lhes dá responsabilidade na aprendizagem” (p. 154).

A gestão do tempo coloca algumas dificuldades porque, necessitando os alunos de tempo para pensar, este não pode ser muito prolongado. Pode conduzir à desmotivação, não podendo o professor estar, sistematicamente, à espera dos alunos que demoram mais tempo para realizar a tarefa. Outro aspeto a ter em consideração é o nível de dificuldade das tarefas, que deve ser acessível aos alunos, para não causar frustração e desmotivação (Brunheira & Fonseca, 1996). Os alunos muitas vezes mostram dificuldades na formulação de questões a partir da situação de partida mesmo quando está expressa de forma clara e explícita (Ponte, Ferreira, Varandas, Brunheira & Oliveira, 1999).

Para facilitar a troca de ideias e levantamento de questões o trabalho cooperativo mostra-se favorável à exploração e discussão de ideias, compreensão e respeito por ideias dos outros. A interação entre os alunos cria oportunidades diferentes de aprendizagem contribuindo para a construção do conhecimento individual (Solomon, 1998).

As Orientações Curriculares para os ensinos básico e secundário apontam como finalidade a aquisição e desenvolvimento de competências que, relativamente ao Ensino das Ciências, abarcam um conjunto de experiências de aprendizagem como observação do meio envolvente, recolha e organização de material, planificação e desenvolvimento de pesquisas e projetos que necessariamente envolvem a atividades de investigação participando os alunos ativamente na sua própria aprendizagem.

Existem várias perspectivas sobre atividades de investigação não havendo um único modelo mas, em termos gerais, envolvem os alunos na sua aprendizagem identificando o problema, estabelecendo um plano para a sua resolução, execução e testagem do plano, chegada a uma solução possível ou reformulação do plano, avaliação do trabalho realizado e comunicação dos resultados.

As interações professor-aluno e entre pares, criando um ambiente favorável ao desenvolvimento do trabalho de investigação e ao debate de ideias, são fundamentais na dinâmica da sala de aula. É função do professor criar estas condições, fornecer retroação aos alunos que lhes permita evoluir na sua aprendizagem, mantendo-os motivados para o trabalho de investigação que desenvolvem.



## **4. O Desenvolvimento Metacognitivo no Ensino das Ciências**

### **4.1. Conceitos espontâneos e conceitos científicos.**

A necessidade de clarificação de conceitos espontâneos e científicos, sua distinção e a relação entre ambos, é dificultada pela diversidade de perspectivas a partir das quais estes dois conceitos são vistos. “Os termos descritivos usados para identificar estes tipos de conceitos, distintos mas inter-relacionados, têm levado a confusão” (Mahn, 1999). Se por um lado, o uso do termo “espontâneos” pode diminuir a interação que está envolvida na sua formação, o termo “dia-a-dia” ou “quotidiano”, não são particularmente descritivos.

Também o termo de conceito científico “é muitas vezes apresentado de forma limitada, como referente apenas a conceitos desenvolvidos dentro dos, bem delimitados, campos da ciência” (Mahn, 1999). O termo não-espontâneos, no entanto, sofreu da mesma fraqueza inerente ao termo espontâneos.

Na abordagem da relação entre conceitos científicos e espontâneos podem ser identificadas diferentes perspectivas (Vygotsky, 2001, p. 524). Os seus pressupostos permitem uma clara distinção. Por um lado, a abordagem que considera que o caminho do desenvolvimento do conceito científico é uma repetição do caminho do desenvolvimento do conceito espontâneo, sem grandes diferenças em relação ao conceito surgido no contexto quotidiano da criança. Nesta perspectiva, o contexto escola não tem relevância e não marca de forma diferenciada o desenvolvimento da criança. Noutra perspectiva, a assimilação do conceito científico faz-se através de transformação do conceito espontâneo, mas de uma forma perfeitamente independente do desenvolvimento da criança. São diferentes os caminhos através dos quais se dão a formação dos conceitos, mas não está presente uma clara relação com o desenvolvimento.

Ao identificar, pelo menos, estas duas abordagens da relação existente entre conceitos científicos e conceitos espontâneos, Vygotsky (2001, p.524) demarca-se de ambas, sugerindo uma abordagem diferente. Opondo-se quer à noção de repetição de caminhos de desenvolvimento, quer ao de simples transformação, propõe-se que o desenvolvimento dos conceitos científicos se realiza de modo diferente, e por outras vias, dos conceitos espontâneos. O primeiro argumento é o do contexto, pois a aprendizagem escolar determina condições marcadamente distintas da forma como surgem os conceitos espontâneos, apontando para diferentes caminhos do desenvolvimento dos conhecimentos. Como segundo

argumento aparece a diferenciação marcada de cada um dos percursos, no desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos. Considera-se que o desenvolvimento destes conceitos segue caminhos contrários.

Esta diferença de percurso, marcada desde logo por pontos de partida distintos, assim como, pela variedade nas direções definidas, acentua a distinção entre conceitos científicos e espontâneos. No entanto, a necessidade de distinguir estes dois conceitos deve manter presente a ideia de que “não se pode absolutizar as diferenças entre as vias de desenvolvimento dos conceitos espontâneos e dos científicos” (Vygotsky, 2001, p.525), dificultando a capacidade de identificar o que há em comum entre elas. Pois se, até certo ponto, os caminhos do desenvolvimento dos conceitos científicos parecem opostos ao dos conceitos espontâneos, num determinado nível não se consegue separar os dois conceitos nos pensamentos da criança. Não contradizendo o anteriormente exposto, mas de certa forma complementando, Vygotsky defende que os processos de desenvolvimento destes conceitos estão internamente ligados. Esta profunda ligação sustenta-se no facto de que os conceitos científicos não se tornam imediatamente acessíveis para a criança, pois para que possam ser assimilados em linhas gerais, os conceitos espontâneos devem atingir um determinado nível.

Vygotsky avançou com a ideia de que uma parte do desenvolvimento, onde começa o desenvolvimento dos conceitos científicos, seja a zona de desenvolvimento proximal, já que “o surgimento dos conceitos científicos não se torna possível senão em certo nível de desenvolvimento dos conceitos espontâneos” (Vygotsky, 2001, p. 539). Está subjacente o princípio segundo o qual a criança realiza operações sob orientação, que não seriam possíveis de realizar de forma autónoma, mas que propiciam o desenvolvimento da sua futura atividade independente. Assim, um componente chave da ligação destes dois tipos de conceitos é a interação entre indivíduos com mais experiência e alunos menos experientes. Esta interação contribui para a construção de um interface entre sistemas que são relativamente estáveis e os que se estão a desenvolver e adaptar. Daí que uma questão central seja a transformação desses conceitos, tendo em conta que “todo conceito científico deve apoiar-se em uma série de conceitos espontâneos que germinaram até chegar à escola e transformá-los em científicos” (Mahn, 1999).

Pode então considerar-se que o conceito espontâneo aponta para uma nova parte do desenvolvimento, ao tomar-se consciência, generalizar-se e permitir o tipo de operações que caracterizam o conceito científico. Será relevante constatar que “se o conceito científico

numa situação espontânea venha a ser tão inconsistente quanto o conceito espontâneo em uma situação científica, isto apenas prova que, em primeiro lugar, o conceito espontâneo é mais forte e, em segundo, uma grande afinidade é própria dos conceitos espontâneos e científicos” (Mahn, 1999).

Para nos apercebermos que um determinado conceito científico se desenvolveu, temos que identificar quando ele se torna o próprio conceito da criança. “A plenitude da generalização consiste em que nela existem não só indícios do próprio objecto mas uma ligação com outros objetos” (Mahn, 1999). Os conceitos científicos podem desempenhar um grande papel no desenvolvimento da criança se desenvolverem alguma área não percorrida pela criança, indo à frente do desenvolvimento, operando em zonas que ainda não amadureceram. “Pode-se dizer que os conceitos científicos ampliam o círculo da ideia na criança” (Vygotsky, 2001, p.544).

Assim, será essencial entender a relação entre conceitos científicos e conceitos espontâneos, mas insistindo mais no que diferem do que no têm em comum, ou seja, o que trazem de novo para a formação da zona de desenvolvimento proximal. Noutra abordagem será também relevante ter em conta essa relação com o desenvolvimento da metacognição, em particular para a componente da regulação da cognição. Destaca-se também, por isso, o entendimento de Efklides de que a metacognição é “sine-qua-non constituinte da interação social, correção e outras regulações comportamentais” (2008, p. 277).

#### **4.2. O ensino das ciências como promotor da metacognição.**

Será também importante ter presente como desenvolver a metacognição e o seu contributo para o processo ensino-aprendizagem, em particular no ensino das ciências e em contextos de atividades de investigação. Este aspeto é ainda mais relevante quando se assume que os alunos são confrontados não só com o conhecimento científico em descoberta, mas com o conhecimento da própria cognição e a regulação da cognição.

Novais e Cruz (1989), sobre o ensino das ciências, o desenvolvimento de capacidades metacognitivas e a resolução de problemas, destacaram a importância do «ensinar a pensar» e desenvolver as capacidades intelectuais dos alunos, para que os alunos as consigam aplicar em diferentes situações e em diferentes contextos. Consideram ainda que pode ser alcançado

pela modificação das condições ambientais e a mediação do professor, podendo ser favorecido pelo desenvolvimento da metacognição.

Uma abordagem baseada no desenvolvimento metacognitivo permite compreender diversas situações de dificuldades de aprendizagem dos alunos no ensino das ciências (Campanario, Cuerva, Moya & Otero, 1997). A falta de momentos que possibilitem a evocação do pensamento metacognitivo, na forma de estratégia de aprendizagem, tem sido um dos fatores que conspiram cognitivamente contra o trabalho do professor (Campanario & Otero, 2000).

Rosa e Pinho-Alves (2009) referem a falta de um referencial teórico significativo para a metacognição como estratégia de aprendizagem no ensino das ciências. Já em 1997, Campanario, Curva, Moya e Otero referiam que a metacognição não era uma área consolidada na investigação da didática das ciências experimentais, nem na atuação do professor de ciências. Mais recentemente, Zohar e Dori (2012) destacaram que apesar de os investigadores do ensino das ciências se terem vindo a envolver num número considerável de trabalhos em torno da metacognição, não existiam publicações em livro específicas desta área de investigação.

Rosa e Filho (2013) desenvolveram uma investigação para estabelecer como a metacognição e suas componentes podiam ser desenvolvidas em atividades experimentais de Física. Identificaram elementos metacognitivos que estão presentes nas atividades experimentais e que, portanto, precisam ser entendidos como relevantes para o estabelecimento de uma cultura de evocação do pensamento metacognitivo.

Estes domínios metacognitivos também são coincidentes com os objetivos de compreensão geral dos processos científicos, assim como de ajudar os alunos a perceberem o “como sabemos” o que sabemos em ciência, bem presentes no papel das atividades de investigação no ensino das ciências (NRC, 2000). É também valorizada a contribuição de atividades de investigação devidamente planeadas para o desenvolvimento de competências metacognitivas (Kipnis & Hofstein, 2008). Os autores identificaram que as funções metacognitivas são trabalhadas nas várias fases do processo de investigação.

### 4.3. A metacognição como facilitadora do sucesso no ensino das ciências.

O papel das atividades de investigação no desenvolvimento metacognitivo é ainda mais relevante quando se considera que a própria metacognição contribui para tornar acessível o ensino das ciências (White & Frederiksen, 1998, 2000; White, Frederiksen, & Collins, 2009).

White e Frederiksen (1998) criaram o Curriculum Inquiry ThinkerTools, baseando-se na ideia de tornar as atividades de investigação acessíveis a todos os alunos, através do desenvolvimento de competências metacognitivas. As atividades e os materiais visavam desenvolver os conhecimentos e competências que os alunos precisam nos processos de investigação. Começa com a introdução dos alunos num modelo metacognitivo de investigação, "The Inquiry Circle" e um processo metacognitivo, "Reflective Assessment", em que eles refletem sobre o seu processo de investigação. The Inquiry Circle consiste em cinco etapas e fornece uma estrutura de objetivos que os alunos usam para guiar o processo de investigação (Figura 7).

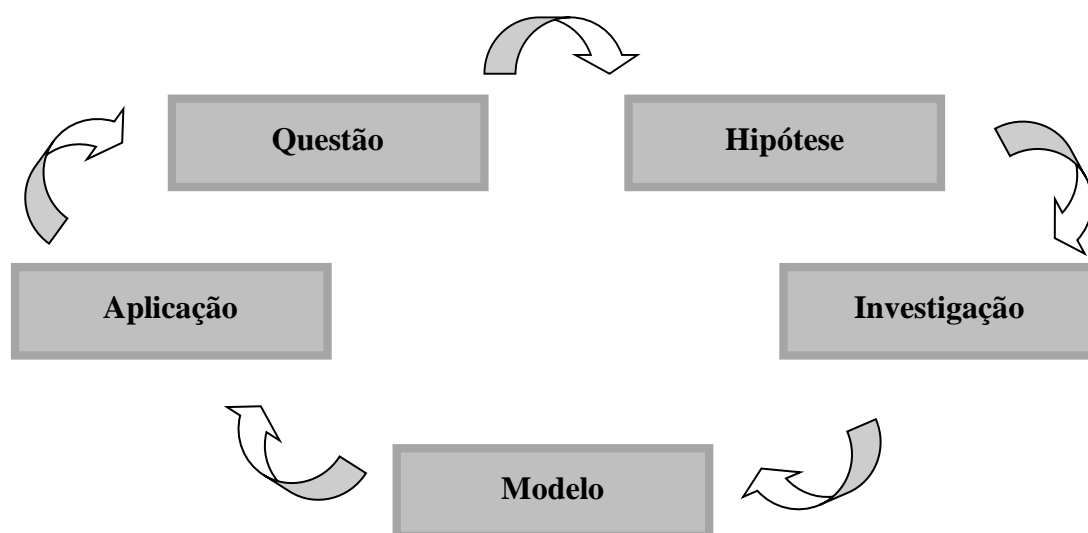


Figura 7. The Inquiry Circle.

As atividades curriculares pretendem habilitar os alunos a desenvolver os conhecimentos necessários para realizar e entender o propósito das várias etapas, bem como monitorizar e refletir sobre seu o progresso. Os autores consideram que é conseguido através

de uma abordagem construtivista, que designam de “Metacognitive facilitation”, que poderia ser caracterizada como aprendizagem de conhecimentos e competências metacognitivas através de um processo de “Scaffolded inquiry”, reflexão e generalização.

Davis, Nunes e Nunes (2005) descrevem um projeto no qual a metacognição é associada ao ensino de Física, como mecanismo favorecedor da aprendizagem e do sucesso escolar. A importância de serem proporcionadas situações que levem a uma cultura do pensamento pelo uso da metacognição é destacada numa investigação com estudantes de Física. Os estudantes são desafiados pelo professor a propor situações-problema e a desenvolver uma sequência didática proposta. A atividade requer a construção de situações que envolvam a compreensão dos conceitos da Física e a sua utilização, bem como o seu planeamento, desde a elaboração de estratégias de pensamento, até à monitorização do próprio processo de resolução. Nessas atividades ativam-se a criatividade e a motivação para aprender, sendo destacado pelos autores que o objetivo é proporcionar o desenvolvimento de competências metacognitivas.

Grootzer e Mittlefehldt (2012) destacam que já existe um corpo de investigação substancial que sublinha o poder da metacognição para o envolvimento dos alunos na aprendizagem das ciências. Destacam também que os alunos que adotam atitudes metacognitivas tendem a ter desempenhos melhores (e.g. Anderson & Nashon, 2006) e que a aprendizagem melhora quando se tornam mais metacognitivos (e.g. Baird, 1986). Este aspeto é também consistente com a importância dada às competências metacognitivas para um maior envolvimento do aluno nas atividades de investigação, maior autorregulação e conseqüente menor intervenção do professor (NRC, 2000).

Veenman (2012) destaca que a relevância da metacognição nas atividades de investigação e aprendizagem pela descoberta do ensino das ciências tem estado presente na literatura, em particular no ensino da física (Anderson & Nashon, 2007; De Jong & Van Joolongen, 1998; Klein, 2004; Koch, 2001; Kuhn, 1999; Kuhn et al, 1995; Manlove et al, 2007; Schauble et al, 1993; Veenman et al, 1994, 1997, 2002), no ensino da química (Kipnis & Hofstein, 2008; Kozma, 2003; Rickey & Stacy, 2000; Veenman & Spaans, 2005) e da biologia (Veenman et al, 2004; Zohar & Ben David, 2008).

Herscovitz et al (2012) salienta a relação entre a metacognição e a capacidade de colocar questões, no ensino da química. Destaca também que colocar questões corresponde a uma competência de pensamento de ordem superior pelo que está ligado ao conhecimento

metacognitivo. Valente et al (1989) salienta também que numa aprendizagem que promova o saber pensar é necessário que o aluno assuma a responsabilidade pela sua própria aprendizagem e o seu controlo (Figura 8).

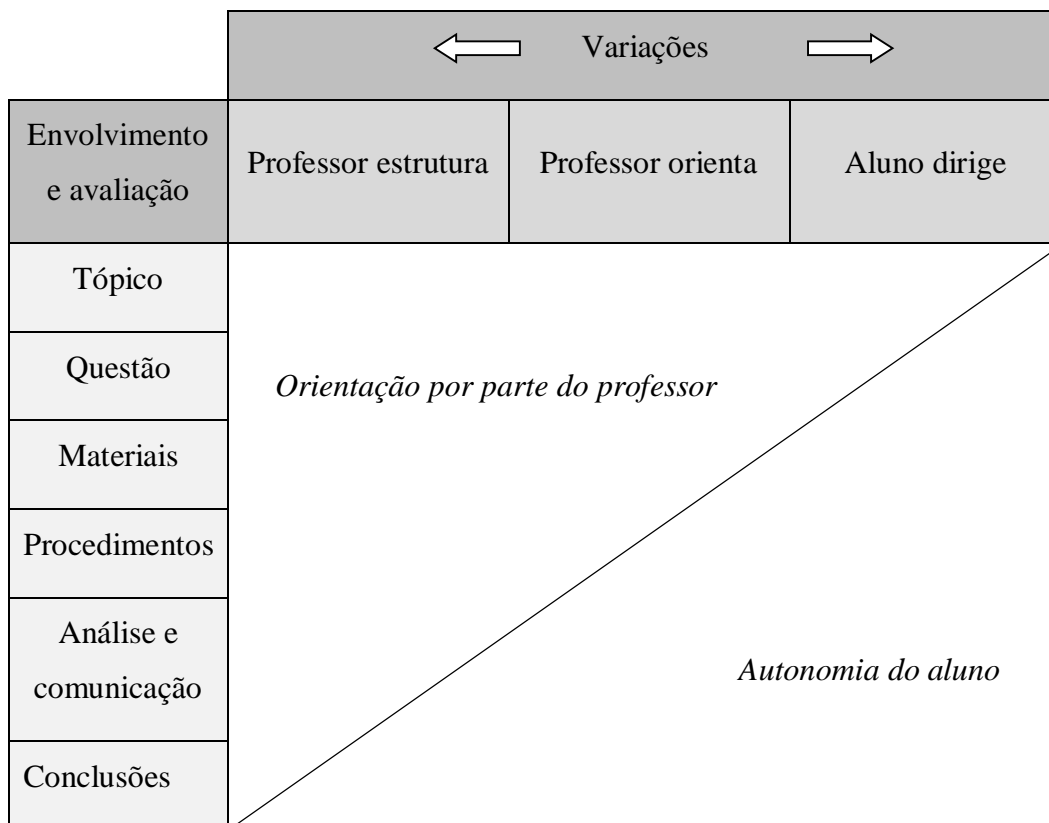


Figura 8. Relação entre as características das atividades de investigação e o envolvimento dos alunos.



## 5. Problema de Investigação

### **Parte I - Avaliação do desenvolvimento metacognitivo, da utilização de estratégias cognitivas e da autorregulação de estudantes entre o sétimo o nono ano de escolaridade.**

Estudos internacionais identificaram diferenças significativas no desenvolvimento metacognitivo ao longo dos anos de escolaridade (Sperling et al, 2002). Ao desenvolverem o Jr. Metacognitive Awareness Inventory (Jr. MAI) para avaliação do desenvolvimento metacognitivo de alunos, Sperling et al (2002) pretenderam construir um instrumento que também pudesse servir para a avaliação da eficiência no desenvolvimento de intervenções. Posteriormente, foi estudada a correlação entre o Metacognition Awareness Inventory (MAI), base do Jr. MAI, e o Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ), por Sperling et al (2004). Foram encontradas correlações significativas e positivas entre os resultados globais do MAI e a escala Metacognitive Self-regulation do MSLQ, assim como, com as componentes do Conhecimento da Cognição e da Regulação da Cognição do MAI. Dada a inexistência em Portugal de estudos de avaliação do desenvolvimento metacognitivo ao longo do ensino básico, considerámos relevante desenvolver uma investigação sobre o desenvolvimento da metacognição em alunos do 3º ciclo e, para tal, traduzir e adaptar os dois instrumentos de avaliação da metacognição acima referidos destinados a essa faixa etária.

Tendo em conta as posições teóricas e posições construídas sobre a avaliação do desenvolvimento metacognitivo, a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação formulámos três hipóteses, assim como uma questão de investigação:

Hipótese A – O desenvolvimento metacognitivo dos alunos é maior em anos de escolaridade mais avançados.

Hipótese B – A utilização de estratégias cognitivas é maior em anos de escolaridade mais avançados.

Hipótese C – A autorregulação dos alunos é maior em anos de escolaridade mais avançados.

Questão de investigação 1: Que relação existe entre o desenvolvimento metacognitivo, a utilização de estratégias cognitivas e autorregulação dos alunos?

## **Parte II - O desenvolvimento metacognitivo, a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação de estudantes em contextos de ensino das ciências.**

A avaliação do desenvolvimento metacognitivo de alunos será bastante relevante para a avaliação da eficiência no desenvolvimento de intervenções. Será importante ter presente como desenvolver a metacognição, em particular no ensino das ciências e em contextos de atividades de investigação. Nesse sentido, importa perceber a real contribuição de atividades de investigação devidamente planejadas para o desenvolvimento de competências metacognitivas (Kipnis & Hofstein, 2008). Abordagem esta que será mais relevante tendo em conta os objetivos de compreensão geral dos processos científicos, assim como de ajudar os alunos a perceberem o “como sabemos” o que sabemos em ciência, através das atividades de investigação no ensino das ciências (NRC, 2000).

Assim, as posições teóricas e posições construídas sobre os contextos de ensino das ciências e o desenvolvimento metacognitivo, a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação, levaram à construção de três hipóteses:

Hipótese D – As atividades de investigação favorecem de forma mais significativa o desenvolvimento metacognitivo dos alunos do que um contexto de ensino tradicional das ciências.

Hipótese E – As atividades de investigação favorecem de forma mais significativa a utilização de estratégias cognitivas por parte dos alunos do que um contexto de ensino tradicional das ciências.

Hipótese F – As atividades de investigação favorecem de forma mais significativa a autorregulação dos alunos do que um contexto de ensino tradicional das ciências.

Carr e Kurtz (1991) destacaram que os professores têm percepção de diferenças individuais no conhecimento metacognitivo dos seus alunos. Já Sperling et al, (2002) com o Teacher Rating of Metacognition apenas encontrou correlações significativas para alunos mais novos, por poder estar associada a uma avaliação em contexto mais geral.

Será também importante ter em conta o contributo da metacognição para o processo ensino-aprendizagem, em particular no ensino das ciências e em contextos de atividades de investigação. Neste sentido, White e Frederiksen (2000) valorizam a metacognição por tornar as atividades de investigação acessíveis a todos os estudantes.

Este aspeto é consistente com a importância das competências metacognitivas para um maior envolvimento do aluno nas atividades de investigação, maior autorregulação e conseqüente menor intervenção do professor (NRC, 2000). Importa, por isso, avaliar o envolvimento dos alunos nas atividades de investigação, tendo como referência o seu desenvolvimento metacognitivo de partida.

Assim, as posições teóricas e posições construídas sobre a percepção dos professores sobre o envolvimento dos alunos em atividades de investigação e o seu desenvolvimento metacognitivo, a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação, levaram à construção de uma questão exploratória e de três hipóteses:

Questão de investigação 2: Como se relaciona a percepção do desenvolvimento metacognitivo dos alunos por parte dos professores com a avaliação do desenvolvimento metacognitivo dos alunos com o Inventário da Consciência Metacognitiva Jr.?

Hipótese G – O envolvimento em atividades de investigação, percebido pelo professor, é tanto maior quanto maior é o desenvolvimento metacognitivo dos alunos.

Hipótese H – O envolvimento em atividades de investigação, percebido pelo professor, é tanto maior quanto maior é a utilização de estratégias cognitivas por parte dos alunos.

Hipótese I – O envolvimento em atividades de investigação, percebido pelo professor, é tanto maior quanto maior é a autorregulação por parte dos alunos.



### **III - Secção Empírica**

A secção empírica será dividida em duas partes. O método e os resultados serão apresentados de acordo com o problema de investigação, questões de investigação e hipóteses levantadas.

A primeira parte é referente à avaliação do desenvolvimento metacognitivo, da utilização de estratégias cognitivas e da autorregulação de estudantes entre o sétimo e o nono ano de escolaridade. São apresentados o método e resultados respeitantes à tradução, adaptação e validação dos instrumentos de avaliação e a variação do desenvolvimento metacognitivo em função do ano de escolaridade.

A segunda parte é referente ao desenvolvimento metacognitivo, à utilização de estratégias cognitivas e à autorregulação de estudantes, em contextos de ensino das ciências. São apresentados o método e resultados sobre o contributo das atividades de investigação para o desenvolvimento metacognitivo, a perceção do desenvolvimento metacognitivo por parte do professor, a perceção do professor sobre o envolvimento dos alunos em atividades de investigação e a sua relação com o desenvolvimento metacognitivo dos alunos.



## 1. Avaliação do Desenvolvimento Metacognitivo, da Utilização de Estratégias Cognitivas e da Autorregulação de Estudantes entre o Sétimo e o Nono Ano de Escolaridade

Pretendeu-se avaliar o desenvolvimento metacognitivo, a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação dos alunos ao longo do terceiro ciclo de escolaridade. Para tal procedeu-se à tradução, adaptação e validação dos instrumentos já utilizados em estudos internacionais.

### 1.1. Método.

Na descrição do método são caracterizados os participantes, os instrumentos e os procedimentos adotados na recolha de dados.

#### 1.1.1. Participantes.

Participaram neste estudo 995 alunos do terceiro ciclo do ensino básico, entre os 11 e os 18 anos de idade, com uma média de 14 anos, de 11 escolas diferentes. Na Tabela 1 é apresentada a distribuição dos participantes pelo território nacional.

Tabela 1

*Número de participantes e percentagem por NUTS II*

	N	%
Norte	287	28,8
Centro	121	12,2
Grande Lisboa	521	52,4
Alentejo	66	6,6
TOTAL	995	100

Dos alunos que responderam ao inquérito, 51% eram rapazes e 49% raparigas, entre o 7º e o 9º ano de escolaridade, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2

*Número de participantes, por ano de escolaridade e género*

	M	F	TOTAL
7º	287	273	560
8º	139	131	270
9º	81	84	165
TOTAL	507	488	995

Os alunos participaram no contexto de aula de diversas disciplinas ou áreas curriculares não disciplinares de acordo com a Tabela 3. Os participantes em contexto de áreas curriculares não disciplinares foram na sua grande maioria em Estudo Acompanhado.

Tabela 3

*Número de participantes, por áreas curriculares*

	N
Língua Portuguesa e Estrangeiras	152
Ciências Humanas e Sociais	80
Matemática e Ciências Físicas e Naturais	501
Expressões e Tecnologias	26
Áreas Curriculares Não Disciplinares	236
TOTAL	995

A maioria dos pais tinham escolaridade igual ou inferior ao 9º ano (Pais=56,7%; Mães=50,8%), de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4

*Escolaridade dos pais, em percentagem*

	Pai	Mãe
Inferior ao 9º ano	33,1	27,6
9º ano	23,6	23,2
Entre o 10º e o 12º ano	31,7	30,9
Ensino Superior	11,6	18,3

### ***1.1.2. Instrumentos.***

Foram traduzidos, adaptados e validados dois instrumentos, um de avaliação do desenvolvimento metacognitivo, o Jr. Metacognition Awareness Inventory (Jr. MAI) criado por Sperling et al, (2002), assim como, a secção Self-Regulated Learning Strategies do Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ), elaborado por Pintrich e De Groot (1990), para avaliação da utilização de estratégias cognitivas e autorregulação.

#### *Inventário da Consciência Metacognitiva.*

O Jr. Metacognitive Awareness Inventory (Jr. MAI), criado por Sperling et al (2002), foi desenvolvido a partir de um instrumento já criado por Schraw e Dennison (1994), para avaliação do desenvolvimento metacognitivo de adultos, o Metacognitive Awareness Inventory (MAI). Os autores do Jr. MAI pretenderam construir um instrumento pequeno e fácil de administrar para avaliar o potencial metacognitivo, intervenções de estratégias cognitivas, e para utilização como instrumento de avaliação da eficiência no desenvolvimento de intervenções.

O instrumento desenvolvido apresenta duas versões. A versão A, para alunos entre o terceiro e o quinto ano de escolaridade, inclui 12 itens com resposta em três opções (*nunca, às vezes ou sempre*). A versão B, utilizado para este estudo, corresponde à adaptação para alunos entre o sexto e o nono ano de escolaridade, de forma geral com idades entre os 10/11 e os 14/15 anos. Este instrumento é constituído por 18 itens, usando uma escala tipo Likert de 5 pontos, possuindo mais 6 itens do que a versão A, para poder refletir níveis elevados de regulação que deverão ser evidenciados em alunos mais velhos e experientes.

Os itens foram selecionados por Sperling et al (2002) de acordo com a sua afiliação primária do MAI e com base nos oito componentes da metacognição originalmente considerados. O MAI considerava, de acordo com a teoria de Brown, três componentes do conhecimento da cognição (declarativo, condicional e procedimental) e cinco componentes da regulação da cognição (planificação, monitorização, gestão de informação, avaliação e apuramento).

Tabela 5

*Itens do Jr. MAI, com afiliação conceptual*

Item do Jr. MAI	Afiliação conceptual
1 I am a good judge of how well I understand something	Conhecimento da cognição (declarativo)
2 I can motivate myself to learn when I need to	Conhecimento da cognição (condicional)
3 I try to use strategies that have worked in the past	Conhecimento da cognição (procedimental)
4 I know what the teacher expects me to learn	Conhecimento da cognição (declarativo)
5 I learn best when I already know something about the topic	Conhecimento da cognição (condicional)
	Regulação da Cognição

---

6 I draw pictures or diagrams to help me understand while learning	(Gestão da informação) Regulação da Cognição (Avaliação)
7 I ask myself if i learned as much as could have once I finish a task	Regulação da Cognição (Monitorização)
8 I ask myself if I have considered all options when solving a problem	Regulação da Cognição (Planificação)
9 I think about what I really need to learn before I begin a task	Regulação da Cognição (Monitorização)
10 I ask myself questions about how well I am learning while I am learning something new	Regulação da Cognição (Gestão da informação)
11 I focus on the meaning and significance of new information	Conhecimento da cognição (declarativo)
12 I learn more when I am interested in the topic	Conhecimento da cognição (condicional)
13 I use my intellectual strengths to compensate for my weakness	Conhecimento da cognição (condicional)
14 I use different learning strategies depending on the situation	Regulação da Cognição (Monitorização)
15 I ask myself periodically if I am meeting my goals	Conhecimento da cognição (procedimental)
16 I find myself using helpful learning strategies automatically	Regulação da Cognição (Avaliação)
17 I ask myself if there was an easier way to do things after I finish my task	Regulação da Cognição (Planificação)
18 I set specific goals before I begin a task	

---

No estudo de Sperling et al (2002) foram encontrados 5 fatores, na análise fatorial exploratória, pelo método das componentes principais, com rotação ortogonal varimax, para 52% da variância total. A análise com rotação oblíqua apresentou resultados similares pelo que não foram apresentados. Todos os itens apareceram em pelo menos um fator e vários itens apareceram em dois fatores, considerando-se neste caso a sua afiliação primária. Retiveram-se os itens com pesos fatoriais iguais ou superiores a .35.

O fator 1 incluía quase o mesmo número de itens de conhecimento como de itens de regulação. O fator 2 era representado por um item do conhecimento e cinco de regulação. O fator 3, um de conhecimento e um de regulação. Com o fator 4 os dois itens eram de regulação. Já com o fator 5 dois eram itens de regulação e um de conhecimento.

Tabela 6

*Itens por fator, na análise fatorial exploratória da versão B do Jr. MAI*

Fator	Nº dos Itens
Fator 1	6, 7, 13, 14, 16, 17
Fator 2	4, 8, 9, 10, 18
Fator 3	1, 11
Fator 4	5, 12
Fator 5	2, 3, 15

Foi ainda conduzida por Sperling et al (2002) uma análise fatorial exploratória para dois fatores. No entanto, o fator 1 incluía 10 itens, 7 de regulação da cognição e três do conhecimento da cognição, que também apareciam no fator 2. Assim, o fator 2 apresentava todos os itens do conhecimento e ainda outros dos itens da regulação da cognição.

Foram encontradas correlações entre todos os fatores a  $p > .01$ . Os resultados encontrados foram consistentes com a concepção de que o conhecimento da cognição e a regulação da cognição estão relacionados, assim como, com os resultados do MAI reportados por Schraw e Dennison (1994), no MAI. Por isso, se considerou que o Jr MAI

pode ser utilizado para a avaliação do conhecimento e da regulação da cognição como um todo, com os 15 itens, sem ter em conta os resultados por fatores.

Para a validação do Inventário da Consciência Metacognitiva (ICM Jr.) decidiu-se seguir os mesmos procedimentos utilizados por Sperling (2002), para o instrumento original. Para adaptar o instrumento para a população portuguesa começámos por traduzir os itens, de acordo com a Tabela 7. O instrumento original foi respondido por 995 participantes. Não foram consideradas 15 respostas por dados incompletos.

Tabela 7

*Itens do ICM Jr., com afiliação conceptual*

Item do Jr. MAI	Afiliação conceptual
1 Eu sei quando compreendo alguma coisa.	Conhecimento da cognição (declarativo)
2 Eu consigo aprender quando preciso.	Conhecimento da cognição (condicional)
3 Eu tento usar formas de estudo que resultaram comigo anteriormente.	Conhecimento da cognição (procedimental)
4 Eu sei o que o professor espera que eu aprenda.	Conhecimento da cognição (declarativo)
5 Eu aprendo melhor quando já sei alguma coisa sobre o assunto.	Conhecimento da cognição (condicional)
6 Eu desenho esquemas ou diagramas para me ajudar a compreender	Regulação da Cognição (Gestão da informação)
7 Quando já terminei uma tarefa escolar, pergunto-me se aprendi o que queria.	Regulação da Cognição (Avaliação)
	Regulação da Cognição

---

8	Eu penso em diversas formas de resolver um problema e depois escolho a melhor.	(Monitorização) Regulação da Cognição
9	Eu penso sobre o que preciso de aprender antes de começar a trabalhar.	(Planificação) Regulação da Cognição
10	Eu questiono-me sobre os meus progressos enquanto estou a aprender alguma coisa nova.	(Monitorização) Regulação da Cognição
11	Eu presto realmente atenção a informação importante.	(Gestão da informação) Conhecimento da cognição
12	Eu aprendo mais quando estou interessado no assunto.	(declarativo) Conhecimento da cognição
13	Eu utilizo os meus pontos fortes para ultrapassar as minhas fraquezas.	(condicional) Conhecimento da cognição
14	Eu utilizo estratégias de aprendizagem diferentes de acordo com a tarefa.	(condicional) Regulação da Cognição
15	Eu vou verificando como corre o meu trabalho para ter a certeza de que acabo a tempo.	(Monitorização) Conhecimento da cognição
16	Às vezes eu utilizo estratégias de aprendizagem sem pensar.	(procedimental) Regulação da Cognição
17	Depois de terminar uma tarefa, interrogo-me se havia uma forma mais fácil de a fazer.	(Avaliação) Regulação da Cognição
18	Eu decido o que preciso fazer antes de iniciar uma tarefa.	(Planificação)

---

Foi realizada uma análise fatorial exploratória, pelo método das componentes principais, com rotação ortogonal varimax, revelando 3 fatores, que explicam 42.75% da variância total. A análise com rotação oblíqua apresentou resultados similares pelo que não são apresentados. Retiveram-se os itens com pesos fatoriais iguais ou superiores a .35. Quando um item saturou em mais do que um fator, esse item foi retirado. Considerou-se

como diferença mínima .20. Retivemos apenas os itens apresentados na Tabela 8 distribuídos pelos 3 fatores.

Tabela 8

*Itens do ICM Jr., por fator*

Números dos itens	
Fator 1	4, 11, 18
Fator 2	6, 7, 16, 17
Fator 3	1, 2, 5, 12, 13

Tendo em conta a relação com a afiliação considerada no instrumento original, conhecimento ou regulação da cognição, o Fator 1 foi o menos claro dos 3 fatores já que agrupa 1 item de conhecimento (item 4) e dois de regulação da cognição (itens 11 e 18). O Fator 2 também não foi claro, dado que apresentou 3 itens de regulação da cognição (itens 6, 7 e 17) e um de conhecimento (item 16). O Fator 3 foi o único que apresentou apenas itens de conhecimento.

Tendo em conta que se encontraram nos 3 fatores itens referentes tanto ao conhecimento da cognição como à regulação, tal como Sperling (2002), optámos por não considerar os fatores separadamente e por considerar unicamente uma escala geral. Assim, avalia-se simultaneamente o conhecimento e a regulação da cognição.

Calculámos o coeficiente alfa de Cronbach para a totalidade da escala e retirámos, dos 18 itens iniciais, os itens 8, 12 e 16 por apresentarem fraca correlação com o total da escala. Obtivemos, assim, para os 15 itens, um coeficiente alfa de Cronbach de .85. Apresenta-se na Tabela 9 cada um dos itens, com indicação do fator de correlação com a escala total, assim como a sua afiliação no instrumento original.

Tabela 9

*Média, desvio padrão, correlação do item, coeficiente alfa de Cronbach, se eliminado, e afiliação primária por item do ICM Jr.*

Item	Média	Desvio Padrão	Item- Correlação total	Alfa de Cronbach se eliminado	Afiliação primária
1	4.13	.80	.43	.84	C
2	4.02	.80	.47	.84	C
3	3.90	1.34	.42	.85	C
4	3.81	.97	.39	.85	C
5	4.24	.85	.38	.81	C
6	2.93	1.10	.46	.84	R
7	3.00	1.20	.47	.84	R
9	3.49	1.00	.56	.84	R
10	3.35	.97	.55	.84	R
11	3.79	.90	.54	.84	R
13	3.84	.91	.53	.84	C
14	3.42	.94	.60	.83	C
15	3.51	.95	.57	.84	R
17	3.02	1.11	.41	.84	R
18	3.67	.99	.52	.84	R

C= Conhecimento da cognição

R= Regulação da cognição

Apresenta-se no Anexo A o Inventário da Consciência Metacognitiva Júnior (ICM Jr.) já publicado na sequência do nosso trabalho (Gonçalves, Fidalgo & Alves Martins, 2011).

*Questionário de Estratégias de Motivação para a Aprendizagem.*

Foi também traduzido, adaptado e validado um instrumento de avaliação da utilização de estratégias cognitivas e da autorregulação, a secção Self-Regulated Learning Strategies do Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) elaborado por Pintrich e De Groot (1990). O MSLQ foi elaborado a partir da adaptação de itens de vários instrumentos usados para avaliar a motivação dos alunos, a utilização de estratégias cognitivas e a metacognição. O instrumento original inclui 44 itens, respondidos através de uma escala tipo Likert de 7 pontos, divididos em duas secções principais: Crenças Motivacionais (Motivational beliefs) e Estratégias de Aprendizagem Autorregulada (Self-Regulated Learning Strategies). Os alunos respondem ao questionário em referência a uma disciplina.

Tabela 10

*Itens da secção Self-regulated Learning Strategies do MSLQ*

Cognitive Strategy Use	Self- Regulation
30. When I study for a test, I try to put together the information from class and from the book.	32. I ask myself questions to make sure I know the material I have been studying.
31. When I do homework, I try to remember what the teacher said in class so I can answer the questions correctly	34. When work is hard I either give up or study only the easy parts. (*R)
33. It is hard for me to decide what the main ideas are in what I read. (*R)	40. I work on practice exercises and answer end of chapter questions even when I don't have to.

- 
- |   |   |
|---|---|
| 35. When I study I put important ideas into my own words.   | 41. Even when study material are dull and uninteresting, I keep working until I finish.                                 |
| 36. I always try to understand what the teacher is saying even if it doesn't make sense.              | 43. Before I begin studying I think about the things I will need to do to learn.  |
| 38. When I study for a test I try to remember as many facts as I can.                                 | 45. I often find that I have been reading for class but don't know what it is all about. (*R)                           |
| 39. When studying, I copy my notes over to help me remember material.                                 | 46. I find that when the teacher is talking I think of other things and don't really listen to what is being said. (*R) |
| 42. When I study for a test I practice saying the important facts over and over to myself.            | 52. When I'm reading I stop once in a while and go over what I have read.   |
| 44. I use what I have learned from old homework assignments and the textbook to do new assignments.   | 55. I work hard to get a good grade even when I don't like a class.   |
| 47. When I am studying a topic, I try to make everything fit together.                                |   |
| 53. When I read material for this class, I say the words over and over to myself to help me remember. | *R = reflection   |
| 54. I outline the chapters in my book to help me study.   |   |
| 56. When reading I try to connect the things I am reading about with what I already know.             |   |
- 

Os autores realizaram uma análise fatorial para guiar a construção das escalas, resultando em exclusão de alguns itens das escalas por falta de correlação. De acordo com os resultados da análise fatorial realizada pelos autores foram construídas duas escalas da secção Estratégias de Aprendizagem Autorregulada do MSLQ, Uso da Estratégia Cognitiva (Cognitive Strategy Use) e Self-regulation (Autorregulação). A escala de Uso da Estratégia

Cognitiva ( $\alpha = .83$ ) é constituída por itens referentes à utilização de estratégias, elaboração de estratégias e estratégias organizacionais. A escala Autorregulação ( $\alpha = .74$ ), consiste em itens metacognitivos e de gestão do esforço.

Sperling et al (2004) estudou também a correlação entre o MSLQ e o MAI, base do Jr. MAI, encontrando correlações significativas e positivas entre os resultados globais do MAI e a escala Metacognitive Self-regulation do MSLQ ( $r = .59, p < .001$ ), assim como, entre esta escala do MSLQ e as componentes do Conhecimento da Cognição ( $r = .59, p < .001$ ) e da Regulação da Cognição ( $r = .47, p < .001$ ).

Para a adaptação do Questionário de Estratégias de Motivação para a Aprendizagem (QEMA) começámos por traduzir os itens, de acordo com a Tabela 11. O instrumento original foi respondido por 995 participantes. Não foram consideradas 15 respostas por dados incompletos.

Tabela 11

*Itens do Questionário de Estratégias de Motivação para a Aprendizagem (QEMA)*

Uso da Estratégia Cognitiva	Autorregulação
1. Quando estudo para um teste, tento juntar a informação da aula com a do livro.	3. Coloco-me questões para garantir que sei a matéria que estive a estudar.
2. Quando faço os trabalhos de casa, tento recordar-me do que o professor disse na aula.	5. Quando o trabalho é difícil eu desisto, ou estudo apenas as partes mais fáceis. (*R)
4. Para mim é difícil decidir quais são as ideias principais do que leio. (*R)	10. Eu trabalho em exercícios práticos e respondo às questões no fim do capítulo mesmo quando o professor não manda.
6. Quando estudo, ponho as ideias importantes nas minhas próprias palavras.	11. Mesmo quando as matérias de estudo são chatas e pouco interessantes, continuo a trabalhar até acabar.
7. Eu tento sempre compreender o que o professor está a dizer, mesmo que não faça sentido.	13. Antes de começar a estudar reflito sobre as coisas que vou precisar fazer para aprender.

- 
- |  |  |
|--|--|
| <p>8. Quando estudo para um teste, tento lembrar-me do maior número de factos que consigo.</p> <p>9. Quando estudo, copio as minhas notas de novo para ajudar a lembrar-me da matéria.</p> <p>12. Quando estudo para um teste, pratico repetindo várias vezes as coisas importantes para mim próprio.</p> <p>14. Eu utilizo o que aprendi em trabalhos de casa anteriores e no livro para fazer novos trabalhos.</p> <p>17. Quando estudo um tópico, tento que tudo faça sentido.</p> <p>19. Quando leio, repito as palavras várias vezes para mim próprio para me ajudar a lembrar.</p> <p>20. Eu sublinho os capítulos do meu livro para ajudar-me a estudar.</p> <p>22. Quando leio, tento relacionar o que estou a ler com o que já sabia antes.</p> | <p>15. Frequentemente descubro que estive a ler mas não sei sobre o quê. (*R)</p> <p>16. Eu descubro que quando o professor está a falar penso sobre outras coisas e não ouço realmente o que ele está a dizer. (*R)</p> <p>18. Quando leio, paro de vez em quando e revejo o que li</p> <p>21. Eu trabalho muito para obter uma boa nota, mesmo quando não gosto de uma disciplina.</p> |
|--|--|
- \*R = reflexão
- 

Seguindo os procedimentos adotados por Pintrich e DE Groot (1990) foi realizada uma análise fatorial para cada uma das subescalas, Uso da Estratégia Cognitiva e Autorregulação. Para a primeira escala, Uso da Estratégia Cognitiva, a análise fatorial exploratória revelou dois fatores, que explicam 47.85% da variância total, mas em que todos os itens surgiram no Fator 1, com exceção do item 4, único a surgir no Fator 2.

Calculámos o coeficiente alfa de Cronbach para a totalidade da escala e retirámos o item 4 por se confirmar que apresentava fraca correlação com o total da escala. Obtivemos assim para os 12 itens um coeficiente alfa de Cronbach de .88. Apresenta-se na Tabela 12 cada um dos itens, com indicação do fator de correlação com a escala total e o coeficiente alfa de Cronbach, se eliminado.

Tabela 12

*Média, desvio padrão, correlação do item e coeficiente alfa de Cronbach, se eliminado, por item do QEMA*

Item	Média	Desvio padrão	Item-Correlação total	Alfa de Cronbach se eliminado
1	5.04	1.64	.64	.86
2	5.04	1.63	.61	.87
6	5.77	1.69	.57	.87
7	4.62	1.60	.48	.87
8	5.26	1.58	.61	.87
9	4.53	1.98	.49	.87
12	4.96	1.72	.63	.86
14	4.39	1.70	.56	.87
17	4.96	1.66	.64	.86
19	4.81	1.80	.56	.87
20	4.52	1.89	.46	.88
22	4.92	1.62	.62	.86

Para a segunda escala, Autorregulação, a análise fatorial exploratória também revelou dois fatores, que explicam 55.66 % da variância total. No Fator 1, surgiram 6 itens (3, 10, 11, 13, 18 e 21) e 3 itens no Fator 2 (5, 15 e 16).

Calculámos o coeficiente alfa de Cronbach para a totalidade da escala e retirámos os itens 5, 15 e 16 por se confirmar que apresentavam fraca correlação com o total da escala. Obtivemos assim para os 6 itens um coeficiente alfa de Cronbach de .81. Apresenta-se na

Tabela 13 cada um dos itens, com indicação do fator de correlação com a escala total e o coeficiente alfa de Cronbach, se eliminado.

Tabela 13

*Média, desvio padrão, correlação do item e coeficiente alfa de Cronbach, se eliminado, por item do QEMA*

Item	Média	Desvio padrão	Item-Correlação total	Alfa de Cronbach se eliminado
3	4.69	1.73	.59	.78
10	3.88	1.82	.50	.80
11	4.55	1.71	.65	.77
13	4.47	1.70	.58	.78
18	4.56	1.89	.52	.80
21	4.81	1.70	.61	.78

Calculou-se também o coeficiente alfa de Cronbach para a totalidade da secção de Estratégias de Aprendizagem Autorregulada ( $\alpha = .85$ ). Este questionário é constituído pelas duas escalas, Uso da Estratégia Cognitiva e Autorregulação.

Apresenta-se no Anexo B o Questionário de Estratégias de Motivação para a Aprendizagem (QEMA) já publicado na sequência do nosso trabalho (Gonçalves, Fidalgo & Alves Martins, 2011).

### ***1.1.3. Procedimentos.***

Para a realização deste estudo, foi inicialmente pedida autorização formal junto da Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular do Ministério da Educação, através do Sistema de Monitorização de Inquiridos em Meio Escolar. O ICM Jr. e o QEMA

foram passados no contexto de aula de uma disciplina ou área curricular não disciplinar. O instrumento foi preenchido no início da aula.

Foram dadas instruções quanto ao preenchimento dos dados e ao exemplo apresentado. As questões não foram lidas em voz alta, nem foram esclarecidos sentidos globais das afirmações, sendo só tiradas dúvidas quanto ao significado de palavras isoladas.

## 1.2. Resultados.

Para avaliar o desenvolvimento metacognitivo ao longo do 3º Ciclo de escolaridade foi realizada uma ANOVA e testes post-hoc (Tukey). Na Figura 9 são apresentadas graficamente as distribuições dos dados para o ICM Jr., por ano de escolaridade. Foram retirados os alunos com idade indicativa de serem repetentes.

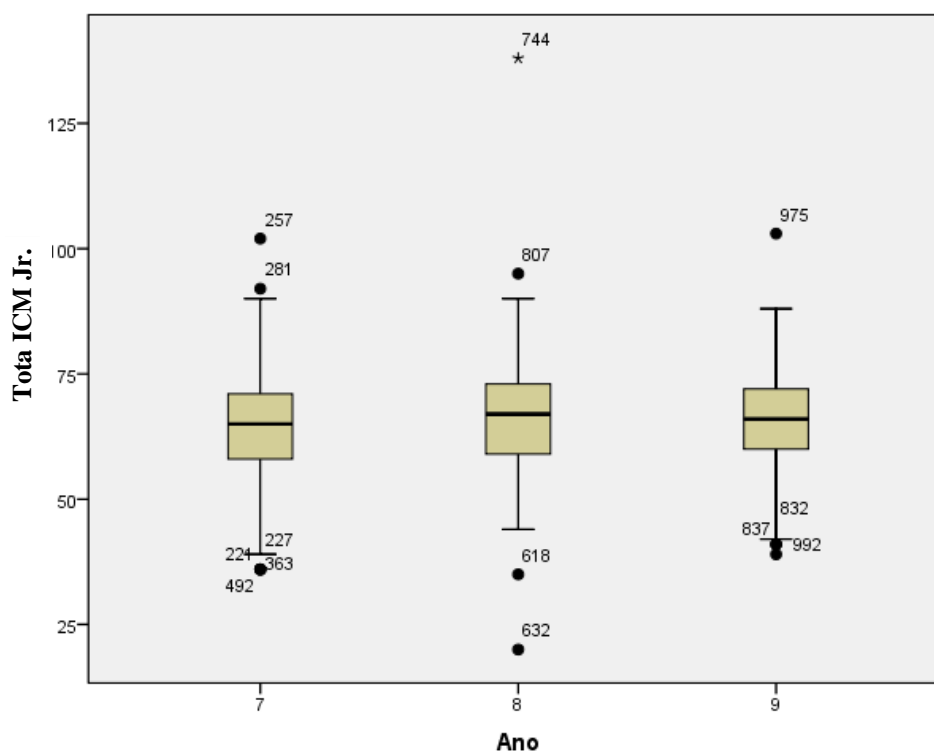


Figura 9. Distribuição de dados do ICM Jr.

Foi confirmada a distribuição normal dos resultados obtidos antes da realização da ANOVA paramétrica para o ICM Jr..

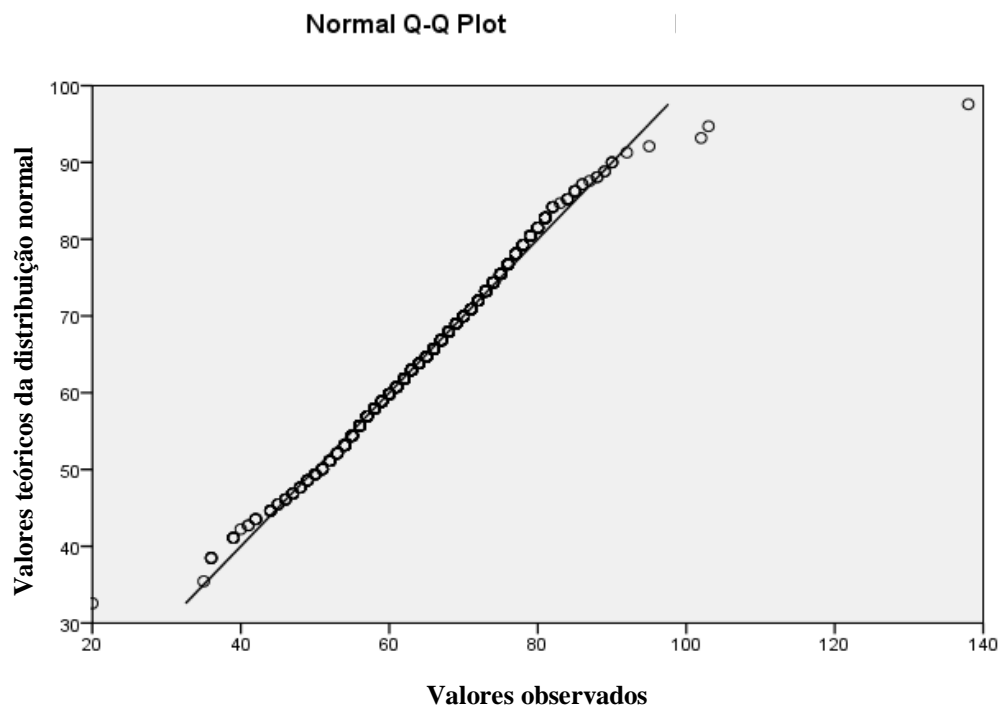


Figura 10. Distribuição normal de dados do ICM Jr.

Começaremos por apresentar os dados relativos à hipótese A em que se previa que o desenvolvimento da metacognição era maior em anos de escolaridade mais avançados. Na Tabela 14 apresentam-se as médias e os desvios-padrão do ICM Jr., por ano de escolaridade.

Tabela 14

*Descritivos do ICM Jr.*

		N	Média	Desvio padrão	Min	Máx	Assimetria	Curtose
ICM Jr	7	391	53.64	7.35	32	73	-.21	-.10
	8	215	54.64	8.01	27	75	-.28	-.16
	9	119	55.74	7.01	32	74	-.19	.92
	Total	725	54.28	7.53	27	75	-.23	-.01

Como se pode verificar da leitura da Tabela 14, as médias aumentam entre os anos de escolaridade, ao longo de todo o terceiro ciclo.

Foi realizada uma análise da variância univariada (ANOVA) tendo como variável independente o ano de escolaridade e como variável dependente os resultados do ICM Jr., que revelou diferenças significativas entre os anos de escolaridade, com  $F(2,722) = 3.93$ ,  $p < .05$ . Uma análise post-hoc, utilizando o teste de Tukey, permitiu identificar diferenças significativas entre o 7º ano e o 9º ( $p < .05$ ), mas não entre 7º e o 8º ano. Assim, foi parcialmente confirmada a hipótese A de que o desenvolvimento metacognitivo dos alunos é maior em anos de escolaridades mais avançados.

Para avaliar a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação dos alunos ao longo do 3º Ciclo de escolaridade foram também realizadas ANOVAs e testes post-hoc (Tukey). Nas Figuras 11 e 12 são apresentadas graficamente as distribuições dos dados por ano de escolaridade, para as duas escalas do Questionário de Estratégias de Motivação para a Aprendizagem, Uso da estratégia Cognitiva (QEMA E) e Autorregulação (QEMA A).

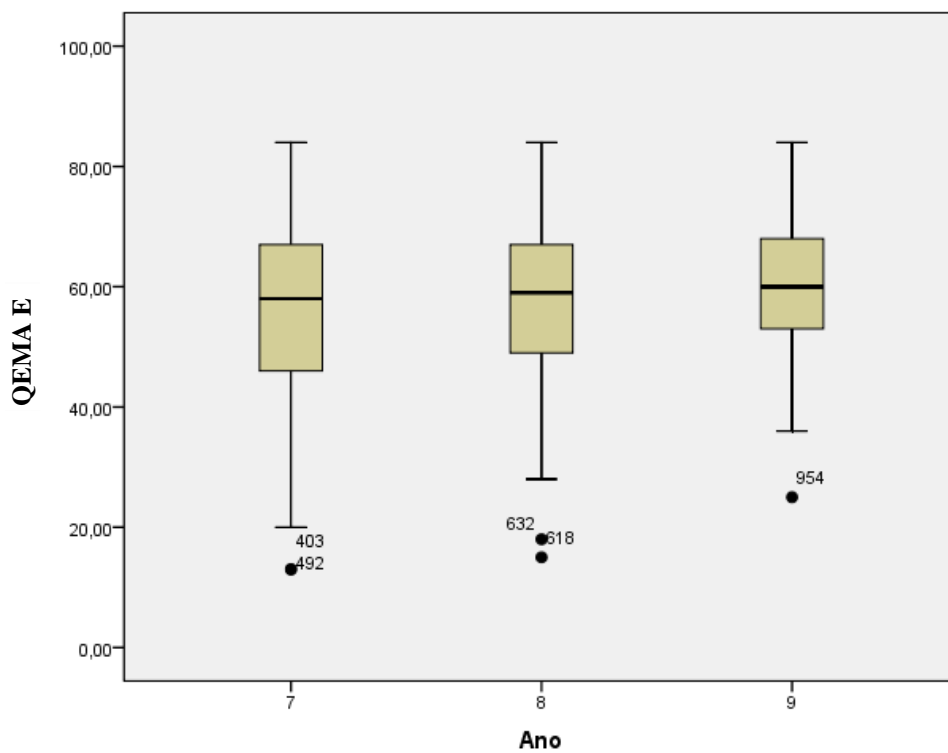


Figura 11. Distribuição de dados do QEMA E.

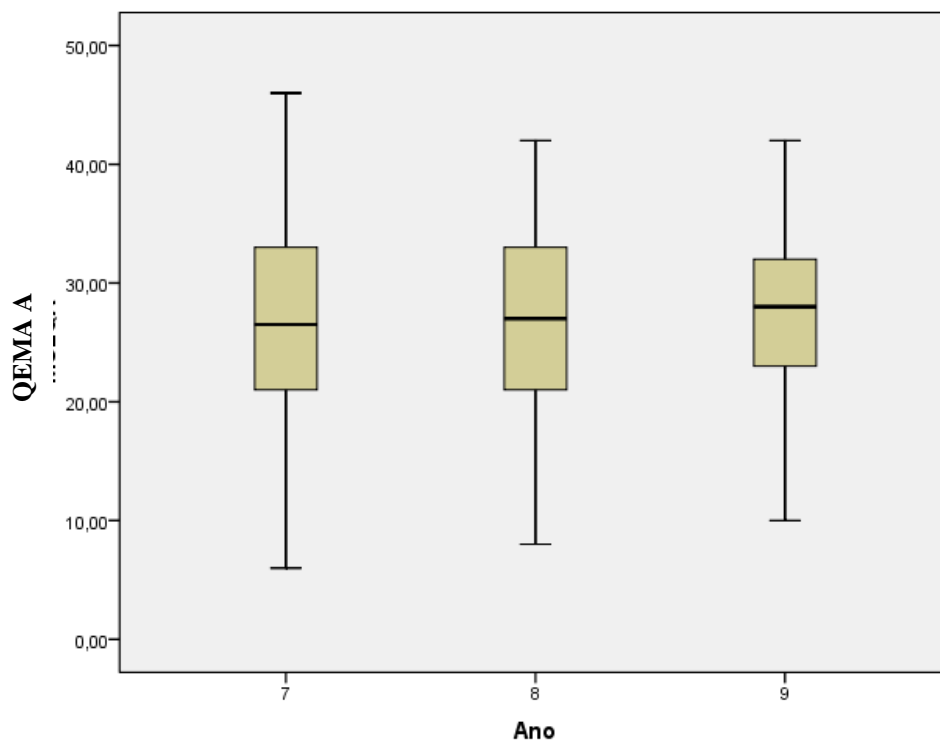
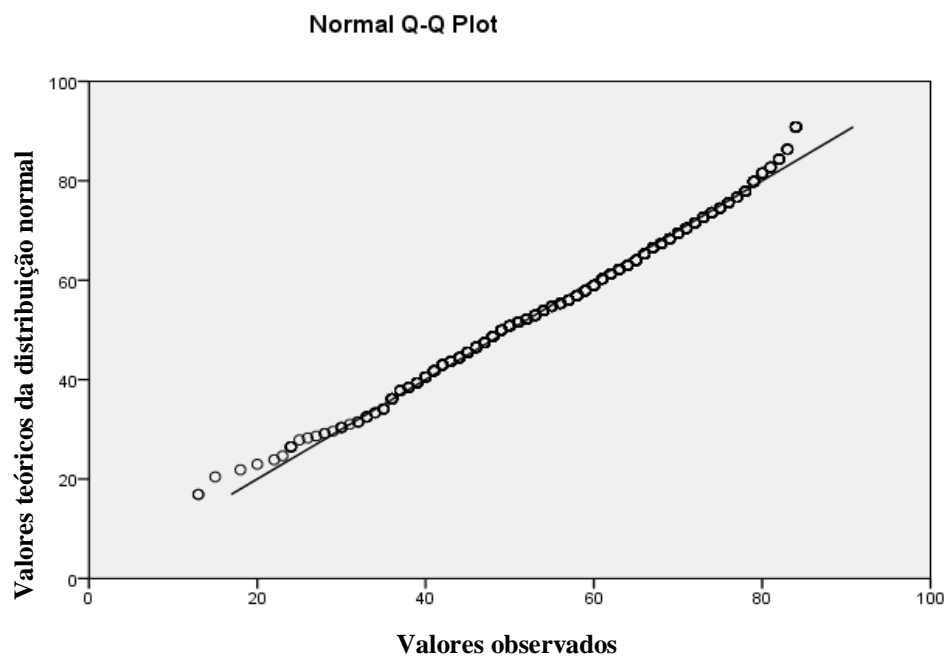
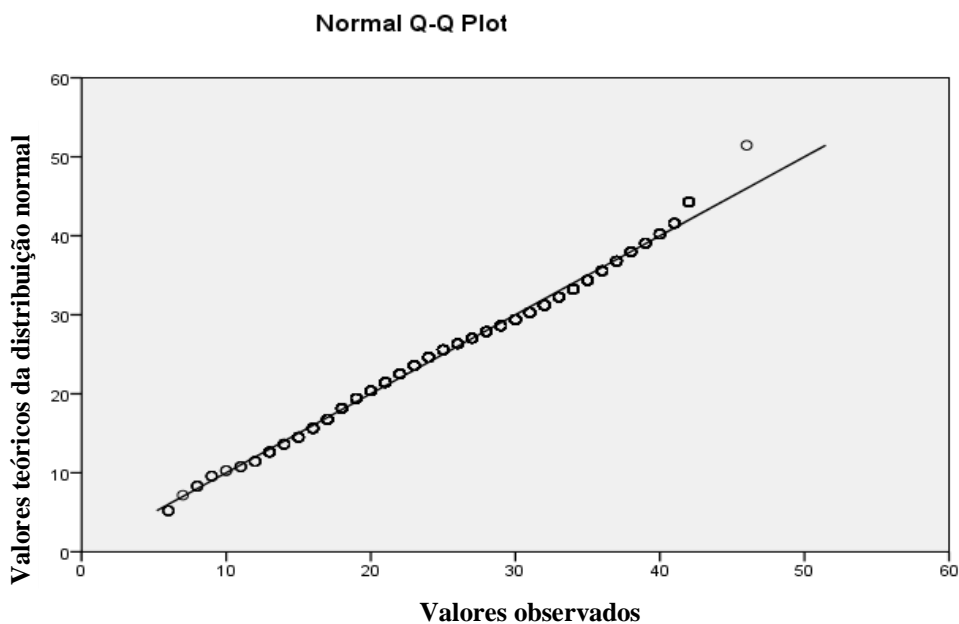


Figura 12. Distribuição de dados do QEMA A.

Foi confirmada a distribuição normal dos resultados obtidos antes da realização da ANOVA paramétrica para o QEMA.



*Figura 13.* Distribuição normal de dados do QEMA E.



*Figura 14.* Distribuição normal de dados do QEMA A.

Apresentam-se de seguida os resultados referentes à variação da utilização de estratégias cognitivas e da autorregulação com os anos de escolaridade. Apresentam-se na Tabela 15 as médias e os desvios-padrão do QEMA, por ano de escolaridade.

Tabela 15

*Descritivos das escalas do QEMA*

		N	Média	Desvio padrão	Min	Máx	Assimetria	Curtose
QEMA E	7	391	58.56	13.10	20.00	84.00	-.21	-.60
	8	213	58.96	12.78	15.00	84.00	-.25	-.20
	9	119	62.22	10.14	36.00	84.00	-.27	-.40
	Total	723	59.28	12.62	15.00	84.00	-.28	-.40
QEMA A	7	391	27.69	7.46	6.00	46.00	-.11	-.60
	8	213	27.06	7.63	8.00	42.00	-.12	-.67
	9	119	28.83	6.26	13.00	42.00	-.14	-.46
	Total	723	27.69	7.34	6.00	46.00	-.14	-.57

*QEMA E – Uso da Estratégia Cognitiva*

*QEMA A – Autorregulação*

Como se pode verificar da leitura do Tabela 15, na escala Uso da Estratégia Cognitiva as médias aumentam ligeiramente do 7º para o 8º ano de escolaridade, assim como, de forma mais expressiva do 8º para o 9º ano. Na escala Autorregulação, as médias diminuem ligeiramente do 7º para o 8º ano, mas aumentam do 8º para o 9º ano.

Para perceber se a utilização de estratégias cognitivas variava com os anos de escolaridade, foi também realizada uma análise da variância univariada (ANOVA) tendo como variável independente o ano de escolaridade e como variável dependente os resultados nos pós-testes da escala Uso da Estratégia Cognitiva do QEMA. A ANOVA revelou diferenças significativas ao longo dos anos de escolaridade, com  $F(2,720) = 3.96$   $p < .05$ .

O método de Tukey utilizado nos testes post-hoc permitiu identificar as diferenças significativas existentes ao longo do 3º ciclo e com a comparação entre os diferentes anos de escolaridade. Foram encontradas diferenças significativas entre o sétimo e o nono ano ( $p < .05$ ), mas não entre o sétimo e o oitavo ano de escolaridade. Assim, a hipótese B que previa que a utilização de estratégias cognitivas fosse maior em anos de escolaridade mais avançados, foi parcialmente confirmada.

Para perceber se a autorregulação variava com os anos de escolaridade foi também realizada uma análise da variância univariada (ANOVA) tendo como variável independente o ano de escolaridade e como variável dependente os resultados nos pós-testes da escala Autorregulação do QEMA. A ANOVA não revelou diferenças significativas ao longo dos anos de escolaridade, com  $F(2,720) = 2.24$ ,  $p = .11$ . Assim, a hipótese C que previa que a autorregulação fosse maior em anos de escolaridade mais avançados, não foi confirmada.

Para responder à questão de investigação sobre a relação entre o desenvolvimento metacognitivo, a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação foram realizadas análises de correlação bivariada de Pearson entre os resultados do ICM Jr. e do QEMA. Os resultados são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16

*Correlações entre o ICM Jr. e escalas do QEMA*

	ICM Jr.	QEMA E
ICM Jr.	1	
QEMA E	.69	1
QEMA A	.66	.82

$p < .01$

De acordo com os resultados, foi encontrada correlação moderada positiva e significativa do ICM Jr. com as duas escalas do QEMA, Uso da Estratégia Cognitiva e Autorregulação. Assim, no que diz respeito à Questão de investigação 1, foi encontrada correlação do desenvolvimento metacognitivo com a utilização de estratégias cognitivas, assim como, com a autorregulação.

## **2. O Desenvolvimento Metacognitivo, a Utilização de Estratégias Cognitivas e a Autorregulação de Estudantes em Contextos de Ensino das Ciências**

Pretendeu-se aferir se as atividades de investigação constituem um contexto educativo que favorece o desenvolvimento da metacognição, da utilização de estratégias cognitivas e da autorregulação. Complementarmente, foi estudada a relação da perceção do desenvolvimento metacognitivo dos alunos por parte dos professores com a avaliação do desenvolvimento metacognitivo dos alunos.

Foi ainda estudada a relação da metacognição, da utilização de estratégias cognitivas e da autorregulação com o envolvimento dos alunos nas atividades de investigação.

### **2.1. Método.**

Na descrição do método são caracterizados os participantes, os instrumentos e os procedimentos adotados na recolha de dados.

#### ***2.1.1. Participantes.***

Participaram neste estudo 54 alunos do 8º ano que frequentavam a disciplina de Ciências Físico-Químicas, distribuídos por 3 turmas. As idades dos alunos situam-se entre os 12 e 16 anos, destes 24 são rapazes (com idades entre 12 e 16 anos) e 30 são raparigas (com idades entre 13 e 16 anos).

Todos os participantes estiveram envolvidos no estudo no contexto da disciplina de Ciências Físico-Químicas. A altura do ano correspondeu ao desenvolvimento do tema do Som, durante cerca de 8 semanas.

No grupo de controlo participaram 18 alunos, com idades entre os 12 e os 16 anos, de uma única turma. Foi desenvolvido um ensino tradicional, sem recurso a quaisquer atividades de tipo investigativo, nem de componente experimental. A estratégia base do desenvolvimento da aula por parte da professora era do tipo expositivo.

No grupo experimental participaram 36 alunos, com idades entre 13 e os 15 anos, de duas turmas (A e B). Foi desenvolvida a mesma metodologia de ensino nas duas turmas, com a mesma professora e com base em atividades de investigação.

Tabela 17

*Número de Participantes, média de idades e género por grupo*

	N	Média Idade	Género	
			M	F
Grupo de controlo	18	14	6	12
Grupo Experimental	36	14	18	18
TOTAL	54	14	24	30

A maioria dos pais tinham escolaridade igual ou inferior ao 9º ano, quer no grupo de controlo (Pais=83,3%; Mães=83,3%), quer no grupo experimental (Pais=91,7%; Mães=86,1%), de acordo com a Tabela 20. Os participantes dos dois grupos eram de escolas do interior de Portugal, meios rurais e com grande ligação à agricultura.

Tabela 18

*Escolaridade dos pais, em percentagem*

	Grupo de Controlo		Grupo Experimental	
	Pai	Mãe	Pai	Mãe
Inferior ao 9º ano	77,7	72,2	83,4	72,2
9º ano	5,6	11,1	8,3	13,9
Entre o 10º e o 12º ano	0	0	8,3	11,1
Ensino Superior	16,7	16,7	0	2,8
TOTAL	100	100	100	100

O grupo de controlo tinha dois alunos a repetir o oitavo ano e o grupo experimental tinha oito alunos. No primeiro período, no grupo de controlo 20% dos alunos tinham nível inferior a três nesta disciplina e no grupo experimental 44%.

### ***2.1.2. Instrumentos.***

Para avaliar o desenvolvimento metacognitivo, a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação foram aplicados o Inventário da Consciência Metacognitiva Júnior, assim como o Questionário de Estratégias de Motivação para a Aprendizagem acima apresentados.

Foi aferido o desenvolvimento cognitivo dos alunos antes da aplicação dos pré-testes. Foi solicitada a avaliação da metacognição dos alunos aos respetivos professores. Ao professor do grupo experimental foi ainda solicitada a avaliação do envolvimento dos alunos nas atividades de investigação.

#### *Matrizes progressivas de Raven – escala geral (SPM).*

A Escala Geral das Matrizes Progressivas de Raven avalia a inteligência geral, mais propriamente a capacidade de deduzir relações. É usualmente considerado como uma boa medida da componente não-verbal da inteligência geral, demonstrando consistência e validade num largo espectro de populações.

As SPM de Raven são tidas como os testes curtos de mais conhecidos, mais investigados e mais utilizados (Raven et al, 1998). Esta escala inclui 60 itens divididos por 5 séries (A, B, C, D e E) de 12 itens ordenados por grau de dificuldade, em que todos os itens são constituídos por material não-verbal. A pontuação é dada pelo total de exercícios corretos no conjunto das séries.

#### *Avaliação pelos professores da metacognição dos alunos.*

O instrumento utilizado pelos professores dos dois grupos para a avaliação do desenvolvimento metacognitivo dos alunos das suas turmas é uma adaptação do Teacher Rating of Metacognition (Sperling et al, 2002) Pretende traduzir a perceção dos professores sobre o desenvolvimento metacognitivo dos alunos (Anexo C).

Neste instrumento é solicitado aos professores que avaliem o desenvolvimento metacognitivo dos seus alunos, numa escala de um a seis (1 = nível metacognitivo muito baixo a 6 = nível metacognitivo muito alto). De forma introdutória é enquadrado o conceito de metacognição e são avançados exemplos de comportamentos para ajudar os professores a distinguir alunos com altos e baixos níveis de desenvolvimento metacognitivo, de acordo com a Tabela 19. Utilizando a escala é solicitado ao professor que avalie cada aluno da sua turma em relação à sua melhor apreciação do seu nível de desenvolvimento metacognitivo.

Tabela 19

*Exemplos de comportamentos associados a altos e baixos níveis de desenvolvimento metacognitivo*

Alto nível de desenvolvimento metacognitivo	Baixo nível de desenvolvimento metacognitivo
1. Atenção permanente	1. Atenção irregular
2. Estuda com um objetivo definido	2. Estuda sem um objetivo definido
3. Elabora planos de estudo	3. Não planifica muito
4. Avalia rigorosamente o próprio rendimento	4. Pouco rigoroso em relação ao próprio rendimento
5. Coloca questões para assegurar a compreensão	5. Continua a trabalhar sem compreender

Este instrumento de avaliação pelos professores da metacognição dos alunos (Anexo C) foi publicado no âmbito deste trabalho por Gonçalves e Alves Martins (2013).

*Avaliação do envolvimento dos alunos nas atividades de investigação.*

O instrumento utilizado é baseado na tabela Essential Features of Classroom Inquiry and Their Variations avançada por The National Academy of Sciences (National Research Council, 2000). São consideradas as cinco características associadas às atividades de investigação: o aluno envolve-se em questões cientificamente orientadas; o aluno dá prioridade a evidências na resposta às questões, o aluno formula explicações a partir de evidências, o aluno relaciona as explicações com o conhecimento científico e o aluno

comunica e justifica as explicações. Cada característica apresenta entre três a quatro variações que representam diferentes níveis de autorregulação do aluno ou, por oposição, diferentes níveis de regulação por parte do professor ou materiais, como descrito na Tabela 20.

A tabela original foi traduzida e subdividida em cinco tabelas, correspondentes a cada característica e às suas variações. Assim, para cada característica, o professor do Grupo Experimental, associou a cada aluno uma determinada variação, de acordo com a sua avaliação da forma como o aluno se envolveu nas atividades de investigação ( $\alpha = .93$ ).

Tabela 20

*Características das atividades de investigação e suas variações*

Características		Variações		
1. O aluno envolve-se em questões cientificamente orientadas	O aluno coloca uma questão	O aluno seleciona entre questões, coloca novas questões	O aluno apura ou clarifica questões fornecidas pelo professor, materiais ou outras fontes	O aluno envolve-se em questões fornecidas pelo professor, materiais ou outras fontes
2. O aluno dá prioridade a evidências na resposta às questões	O aluno determina o que constitui evidências e recolhe-as	O aluno é orientado na recolha de determinados dados	O aluno recebe os dados e é solicitado a analisá-los	O aluno recebe os dados e dizem-lhe como os analisar
3. O aluno formula explicações a partir de evidências	O aluno formula explicações depois de sintetizar as evidências	O aluno é orientado no processo de formulação de explicações a partir de evidências	O aluno dispõe de formas possíveis para usar as evidências para formular explicações	O aluno dispõe de evidências e da forma de as usar para formular explicações
4. O aluno relaciona as explicações com o conhecimento científico	O aluno, de forma autónoma, examina outras fontes e estabelece ligações com as explicações	O aluno é orientado para áreas e fontes de conhecimento científico	O aluno recebe possíveis ligações	
5. O aluno comunica e justifica as explicações	O aluno estabelece argumentos razoáveis e lógicos para comunicar as explicações	O aluno é apoiado no desenvolvimento da comunicação	O aluno comunica através de linhas gerais fornecidas para o efeito	O aluno comunica através de passos e procedimentos fornecidos
<p>Maior ----- autorregulação do aluno ----- Menor</p> <p>Menor ----- regulação por parte do professor ou materiais ----- Maior</p>				

*Didática do grupo experimental.*

Os participantes do Grupo Experimental estiveram envolvidos num conjunto de 11 atividades bastante diversificadas, desenvolvidas por Baptista (2006). Foram desenvolvidas atividades de investigação, enquadradas pelas Orientações Curriculares para o tema Som. As seis atividades com estas características foram construídas com base no modelo teórico dos *Cinco E's* (Lorsbach, s.d.). Procuraram contemplar as 5 fases propostas: motivar, explorar, explicar, ampliar e avaliar.

Na fase motivar, todas as atividades foram introduzidas de forma a despertar a curiosidade dos alunos em relação ao tópico em estudo. Para isso, recorreu-se a questões, textos ou CD's. Na fase explorar, referenciada em todas as atividades pelas palavras "Planeiem" e "Explorem", os alunos planificaram uma atividade que permitisse responder ao problema inicial. Com a realização da atividade de acordo com o que planificaram, os alunos discutiram os resultados obtidos. Na fase explicar, os alunos criticaram os resultados que obtiveram. Apresentaram também as suas conclusões em relação ao problema inicial. A fase ampliar, corresponde ao "Vão mais além..." de todas as atividades. Nesta fase, os alunos atribuem um título à atividade. Por vezes, foi solicitada uma atividade de pesquisa de aprofundamento do enquadramento do tópico em estudo. A fase avaliar diz respeito ao "Reflitam". Nesta fase, os alunos debruçam-se sobre o que aprenderam, como aprenderam e o que gostavam de aprender mais.

Foram ainda realizadas 3 atividades para permitir consolidar o que os alunos aprenderam com a realização das atividades de investigação. Estas atividades serviram como momento de avaliação do desenvolvimento de competências de conhecimento substantivo, para além de levar os alunos a refletirem nas potencialidades das atividades de investigação na aprendizagem do Som, constituindo momentos importantes de operacionalização da recolha de dados para a avaliação dos alunos.

Assim, para cada uma das atividades foi elaborada uma ficha de trabalho. As atividades nº 1, 2, 3, 4, 6, 7 e 8 foram atividades mais abertas para as quais os alunos desconheciam a solução (Woolnough, 1998). Estas atividades estavam divididas em várias partes: uma referente a uma situação do dia-a-dia ou uma questão que permite motivar os alunos para a atividade a realizar; outra referente ao planificar, onde os alunos têm que planificar um procedimento, indicando o material (com exceção da atividade nº 3); uma outra parte respeitante ao explorar, onde é solicitado o cumprimento da planificação ou uma

pesquisa em várias fontes bibliográficas; outra referente à reflexão, que permite uma avaliação do trabalho dos alunos; e, por fim, uma parte designada por “vão mais além”, onde é pedido aos alunos que atribuam um título às atividades.

No que respeita às atividades nº 5, 10 e 11, estas pretendem que os alunos consolidem os conhecimentos adquiridos e que o professor saiba que aprendizagens os alunos realizam. Por último, a atividade nº 9 diz respeito à ação de formação “O Som e o Saúde”, com a colaboração de uma médica e duas enfermeiras pertencentes ao Centro de Saúde da cidade onde o estudo é efetuado.

A sistematização das aprendizagens foi desenvolvida através de momentos de discussão, com a síntese das conclusões tiradas pelos alunos, durante as atividades de investigação (atividade nº 1, 3 e 4). São realizados após apresentações dos alunos, com momentos de questionamento orientados pela professora e a construção de mapa de conceitos.

A avaliação das aprendizagens recorreu a escalas de graduação com base nas competências que se pretende que os alunos desenvolvam e que estão expostas nas Orientações Curriculares do Ensino Básico. A mesma escala de graduação foi preenchida pelos alunos, no final de cada atividade, tendo como finalidade conhecer a autoavaliação dos alunos e confrontar o que estes refletiram com a avaliação elaborada pela professora.

Para todas as atividades, com base na observação dos alunos e nos documentos escritos, preenche-se a escala de graduação. O valor final é sempre comparado com a autoavaliação dos alunos e, se existir discordância, na aula seguinte, procede-se a uma discussão, de forma a receber informações orais sobre o que o aluno pensa da sua aprendizagem. Em todas as atividades dá-se uma retroação oral e escrita aos alunos sobre o trabalho desenvolvido, que pretende a evolução contínua e progressiva das aprendizagens dos alunos.

Salienta-se que todas as atividades, à exceção da atividade nº 10, foram realizadas em grupo. As atividades propostas constituíram um novo método de trabalho com mudanças significativas, relativamente ao primeiro período, na forma como os alunos aprenderam e a forma como a professora ensinou. As atividades estão individualmente descritas no Anexo D, de acordo com Baptista (2006).

### *Didática do grupo de controlo.*

Os participantes do Grupo de Controlo estiveram envolvidos em atividades de sala de aula, com abordagem dos conteúdos previstos nas Orientações Curriculares para o tema Som. A duração e sequência dos subtemas abordados foi semelhante à do Grupo Experimental.

A professora recorreu essencialmente ao método expositivo, com a exploração ocasional de figuras projetadas em acetatos e do manual. Foram realizados exercícios do livro adotado ou apresentados pela professora.

Foi solicitada a participação dos alunos para questões concretas, mas abordadas sempre do ponto de vista teórico, sem recurso a atividades práticas, laboratoriais ou de tipo investigativo.

Não existiram momentos formais de sistematização das aprendizagens. A avaliação das aprendizagens foi realizada através de fichas de avaliação.

### **2.1.3. Procedimentos.**

Para a realização deste estudo, foi inicialmente pedida autorização formal junto da Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular do Ministério da Educação, através do Sistema de Monitorização de Inquéritos em Meio Escolar. Foi ainda solicitada autorização à Direção das escolas, Conselho Pedagógico e aos encarregados de educação dos alunos.

Antes de iniciar o desenvolvimento da unidade em estudo, os alunos participaram na resposta à Escala Geral das Matrizes Progressivas de Raven. O instrumento é aplicado sem tempo limite, com resposta no próprio caderno de imagens, respondendo a cada item, sem nunca voltar para trás.

Na aula imediatamente antes do desenvolvimento do tema na disciplina de Ciências Físico-químicas, numa única aula, os alunos participaram no estudo através da passagem do ICM Jr. (pré-teste), em contexto de turma. O ICM Jr. foi preenchido sem tempo definido mas com entrega e início ao mesmo tempo. Foram dadas instruções quanto ao preenchimento dos dados. As questões não foram lidas em voz alta, nem foram esclarecidos sentidos globais

das afirmações, sendo só tiradas dúvidas quanto ao significado de palavras isoladas. Procedimentos idênticos foram adotados para o QEMA.

Na aula após a conclusão do tema os alunos participaram no preenchimento dos mesmos instrumentos (pós-testes). Seguiram-se procedimentos idênticos aos dos pré-testes. No final do tema, os professores preencheram a Avaliação pelos Professores da Metacognição dos Alunos.

## 2.2. Resultados.

Para analisar se os grupos experimentais e o de controlo eram equivalentes do ponto de vista cognitivo efetuámos um teste t tendo como variável independente o grupo e como variável dependente os resultados obtidos na Prova das Matrizes Progressivas de Raven (SPM), tendo obtido os seguintes valores:  $t(52) = .912$ ,  $p = .366$ . Não se verificaram diferenças significativas entre os grupos. Na Tabela 21 são apresentadas as médias e desvios padrão nesta prova.

Tabela 21

*Número de participantes, média e desvio padrão por grupo, com a SPM*

	N	M	DP
Grupo de Controlo	18	20.06	3.49
Grupo Experimental	36	19.03	4.09

Para analisar se o grupo experimental e o grupo de controlo eram equivalentes em termos de sucesso académico foi realizado um teste t tendo como variável independente o grupo e como variável dependente os resultados escolares dos alunos, tendo obtido os seguintes valores:  $t(52) = -.83$ ,  $p = .413$ . Não se verificaram diferenças significativas entre os grupos. Na Tabela 22 são apresentadas as médias e desvios padrão do sucesso académico.

Tabela 22

*Número de participantes, média e desvio padrão por grupo, com o sucesso acadêmico*

	N	M	DP
Grupo de Controlo	18	3.28	.85
Grupo Experimental	36	3.47	.85

Para testar a hipótese D, de que as atividades de investigação favorecem de forma mais significativa o desenvolvimento metacognitivo dos alunos do que um contexto de ensino tradicional das ciências, foi realizada uma análise de covariância (ANCOVA) tendo como variável independente o grupo, com os resultados dos pré-testes como covariável, e como variável dependente os resultados nos pós-testes do ICM Jr., que revelou diferenças significativas entre os dois grupos, com  $F(1,52) = 7.34$ ,  $p < .01$ . Na Tabela 23 são apresentadas as médias e desvios padrão do pré e pós-testes do Inventário da Consciência Metacognitiva Jr. (ICM Jr.).

Tabela 23

*Número de participantes, média e desvio padrão por grupo, nos pré e pós-testes, com o ICM Jr.*

	N	Pré		Pós	
		M	DP	M	DP
Grupo de Controlo	18	50.22	6.95	51.67	5.41
Grupo Experimental	36	54.14	6.36	57.83	6.44

Como se pode verificar, o grupo experimental teve melhores resultados no pós-teste do que o grupo de controlo, permitindo assim confirmar que as atividades de investigação

tiveram um efeito positivo no desenvolvimento metacognitivo dos alunos, conforme era previsto na hipótese D.

Para testar a hipótese E, de que as atividades de investigação favorecem de forma mais significativa a utilização de estratégias cognitivas por parte dos alunos do que um contexto de ensino tradicional das ciências, foi realizada uma análise da covariância (ANCOVA) tendo como variável independente o grupo, com os resultados dos pré-testes como covariável, e como variável dependente os resultados nos pós-testes da escala do QEMA. Não foram reveladas diferenças significativas entre os dois grupos para a utilização de estratégia cognitivas, com  $F(1,52) = 1.77$ ,  $p = .189$ . Na Tabela 24 são apresentadas as médias e desvios padrão dos pré e pós-testes da escala Uso da Estratégia Cognitiva do QEMA.

Tabela 24

*Número de participantes, média e desvio padrão por grupo, nos pré e pós-testes, com a escala Uso da Estratégia Cognitiva do QEMA*

QEMA E - Utilização de Estratégias Cognitivas					
	N	Pré		Pós	
		M	DP	M	DP
Grupo de Controlo	18	59.83	11.15	60.50	9.15
Grupo Experimental	36	58.72	13.41	63.19	10.78

Assim, o grupo experimental teve melhores resultados no pós-teste do que o grupo de controlo, no entanto não foi confirmada a hipótese E de que as atividades de investigação favorecem de forma mais significativa a utilização de estratégias cognitivas por parte dos alunos do que um contexto de ensino tradicional das ciências.

Para testar a hipótese F, de que as atividades de investigação favorecem de forma mais significativa a autorregulação dos alunos do que um contexto de ensino tradicional das

ciências foi realizada também uma análise de covariância (ANCOVA) tendo como variável independente o grupo, com os resultados dos pré-testes como covariável, e como variável dependente os resultados nos pós-testes da escala Autorregulação do QEMA. Não foram reveladas diferenças significativas entre os dois grupos para a autorregulação, com  $F(1,52) = 2.05$ ,  $p = .159$ . Na Tabela 25 são apresentadas as médias e desvios padrão do pré e pós-testes da escala Autorregulação do QEMA.

Tabela 25

*Número de participantes, média e desvio padrão por grupo, nos pré e pós-testes, com a escala Autorregulação do QEMA*

		QEMA A - Autorregulação			
		Pré		Pós	
	N	M	DP	M	DP
Grupo de Controlo	18	25.78	8.16	26.83	6.12
Grupo Experimental	36	27.69	7.28	30.00	6.79

Como se pode verificar, o grupo experimental teve melhores resultados no pós-teste do que o grupo de controlo, no entanto também não foi confirmada a hipótese F de que as atividades de investigação favorecem de forma mais significativa a autorregulação dos alunos do que um contexto de ensino tradicional das ciências.

Para responder à Questão de investigação 2, sobre como se relaciona a perceção do desenvolvimento metacognitivo dos alunos por parte dos professores com a avaliação do desenvolvimento metacognitivo dos alunos, foi realizada uma análise de correlação bivariada de Pearson entre os resultados do Inventário da Consciência Metacognitiva Jr. e os da avaliação pelos professores da metacognição dos alunos. Foi identificada uma correlação moderada significativa e positiva entre os resultados do instrumento de avaliação pelos professores do desenvolvimento metacognitivo dos alunos e os resultados do

Inventário da Consciência Metacognitiva Jr ( $r = .54$ ;  $p < .01$ ). Assim, podemos afirmar que, neste caso, existe relação entre a avaliação do desenvolvimento metacognitivo dos alunos e a sua percepção por parte dos professores.

Para testar a Hipótese G de que a percepção por parte do professor sobre o envolvimento dos alunos em atividades de investigação se relaciona com o desenvolvimento metacognitivo dos alunos foi realizada uma análise de correlação bivariada de Pearson entre os resultados do Inventário da Consciência Metacognitiva Jr. com o Instrumento de avaliação pelo professor do envolvimento dos alunos nas atividades de investigação. Identificou-se uma correlação moderada significativa e positiva entre o Instrumento de avaliação pelos professores do envolvimento dos alunos nas atividades de investigação e o Inventário da Consciência Metacognitiva Jr ( $r = .53$ ;  $p < .01$ ). Assim, foi confirmada a hipótese G, com esta versão do ICM Jr..

Para perceber a relação existente entre a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação com a percepção do professor sobre o envolvimento dos alunos em atividades de investigação foi realizada uma análise de correlação bivariada de Pearson entre os resultados da escala Uso da estratégia Cognitiva do Questionário de Estratégias de Motivação para a Aprendizagem com o Instrumento de avaliação pelo professor do envolvimento dos alunos nas atividades de investigação. Identificou-se uma correlação moderada significativa e positiva entre o Instrumento de avaliação pelos professores do envolvimento dos alunos e a escala Uso da Estratégia Cognitiva do Questionário de Estratégias de Motivação para a Aprendizagem ( $r = .59$ ;  $p < .01$ ). Assim, foi confirmada a hipótese H que previa que o envolvimento em atividades de investigação, tal como é percebido pelo professor, é tanto maior quanto maior é a utilização de estratégias cognitivas por parte dos alunos.

Foi também realizada uma análise de correlação bivariada de Pearson entre os resultados da escala Autorregulação do Questionário de Estratégias de Motivação para a Aprendizagem com o Instrumento de avaliação pelo professor do envolvimento dos alunos nas atividades de investigação. Identificou-se uma correlação forte significativa e positiva entre o Instrumento de avaliação pelos professores do envolvimento dos alunos nas atividades de investigação e a escala Autorregulação do QEMA ( $r = .75$ ;  $p < .01$ ). Assim, foi também confirmada a hipótese I que previa que o envolvimento em atividades de

investigação, tal como é percebido pelo professor, é tanto maior quanto maior é a autorregulação por parte dos alunos.

Na Tabela 26 são apresentadas os coeficientes de Pearson entre as características dos Instrumento de avaliação do envolvimento dos alunos nas atividades de investigação e os pré-testes do Inventário da Consciência Metacognitiva Jr. (ICM Jr.) e das escalas do QEMA.

Tabela 26 *Coefficientes de Pearson entre pré-testes do ICM Jr., escalas do QEMA e a Avaliação do envolvimento nas atividades de investigação*

	C1	C2	C3	C4	C5
ICM Jr.	.51	.46	.52	.54	.39
QEMA - Uso da Estratégia Cognitiva	.61	.54	.60	.50	.41
QEMA – Autorregulação	.65	.57	.63	.54	.54

$p < .01$

Nota C1: O aluno envolve-se em questões cientificamente orientadas

C2: O aluno dá prioridade a evidências na resposta às questões

C3: O aluno formula explicações a partir de evidências

C4: O aluno relaciona as explicações com o conhecimento científico

C5: O aluno comunica e justifica as explicações

Como se pode verificar, com o ICM Jr. a correlação mais baixa foi encontrada na característica “o aluno comunica e justifica as explicações” (C5). A característica das atividades de investigação “o aluno relaciona as explicações com o conhecimento científico” (C4) apresentou a correlação mais alta, ainda que também moderada.

Com a escala Uso da Estratégia Cognitiva do QEMA a característica das atividades de investigação com correlação mais baixa também foi “o aluno comunica e justifica as explicações” (C5). Por outro lado, a característica com correlação mais alta foi “o aluno envolve-se em questões cientificamente orientadas” (C1).

Com a escala Autorregulação do QEMA as características das atividades de investigação com correlações mais baixas foram “o aluno comunica e justifica as explicações” (C5) e “o aluno relaciona as explicações com o conhecimento científico” (C4). Por outro lado, a característica com correlação mais alta também foi “O aluno envolve-se em questões cientificamente orientadas” (C1).

#### **IV - Discussão e Conclusões**

A discussão dos resultados será feita de acordo com as duas partes do estudo, tratadas na secção empírica. Assim, a discussão é realizada tendo em conta o problema de investigação, as questões de investigação e hipóteses levantadas.

Na primeira parte, é discutida a avaliação do desenvolvimento metacognitivo, da utilização de estratégias cognitivas e da autorregulação de estudantes entre o sétimo e o nono ano de escolaridade, respeitante à tradução, adaptação e validação dos instrumentos de avaliação. São ainda discutidos os aspetos relacionado com a variação do desenvolvimento metacognitivo em função do ano de escolaridade.

Na segunda parte é realizada a discussão referente ao desenvolvimento metacognitivo, à utilização de estratégias cognitivas e à autorregulação de estudantes em contextos de ensino das ciências. São discutidas questões específicas sobre o contributo das atividades de investigação para o desenvolvimento metacognitivo, a perceção do desenvolvimento metacognitivo por parte do professor, a perceção do professor sobre o envolvimento dos alunos em atividades de investigação e a sua relação com o desenvolvimento metacognitivo dos alunos.

Em função da discussão das duas partes do estudo são retiradas as principais conclusões. São ainda identificadas as limitações mais relevantes do estudo e novas linhas de investigação que poderão vir a ser desenvolvidas.



## **1. Avaliação do desenvolvimento metacognitivo, da utilização de estratégias cognitivas e da autorregulação de estudantes entre o sétimo e o nono ano de escolaridade**

A partir da validação de dois instrumentos, o Inventário da Consciência Metacognitiva (ICM Jr.) e o Questionário de Estratégias de Motivação para a Aprendizagem (QEMA), foi realizada a avaliação do desenvolvimento metacognitivo, da utilização de estratégias cognitivas e da autorregulação de estudantes, entre o sétimo e o nono ano de escolaridade. O primeiro, como instrumento de avaliação geral da metacognição, e o segundo, de componentes da metacognição, como o conhecimento e a regulação da cognição.

A versão do ICM Jr. apresentou boa consistência interna ( $\alpha=.85$ ). Da análise fatorial do ICM Jr. confirmaram-se os resultados de Sperling, Howard, Miller e Murphy (2002) e consistentes com os de Schraw e Denninson (1994) e Sperling, Howard, Staley e DuBois (2004), realçando que os fatores encontrados aparentam avaliar tanto o conhecimento da cognição como a regulação da cognição. Considera-se, por isso, que se deve manter a orientação para a sua utilização como bom instrumento para avaliar os dois componentes, como um todo, dado estarem relacionados, à semelhança do instrumento original (Sperling et al, 2002).

As duas escalas do QEMA também apresentaram boas consistências internas. Obteve-se um instrumento de avaliação com um total de 18 itens ( $\alpha=.85$ ). A escala Uso da Estratégia Cognitiva apresenta na sua versão final 12 itens ( $\alpha=.88$ ) e a escala Autorregulação apresenta 6 itens ( $\alpha=.81$ ). Foram assim confirmadas nesta versão as duas escalas da secção Self-Regulated Learning Strategies do instrumento original (Pintrich e De Groot, 1990).

Quanto à questão de investigação sobre a variação do desenvolvimento metacognitivo com o ano de escolaridade foram encontradas diferenças entre o início e o fim do terceiro ciclo de escolaridade, sétimo e nono ano de escolaridade. Não foram encontradas diferenças significativas entre os anos de escolaridade consecutivos. Assim, foi parcialmente confirmada a hipótese de que o desenvolvimento metacognitivo é maior em anos de escolaridade mais avançados.

Tal como em (Sperling et al, 2002), com o Jr. MAI, foram identificadas diferenças significativas no desenvolvimento metacognitivo, mas não entre todos os anos consecutivos. Com o Jr. MAI os autores também não encontraram diferenças do nono com o oitavo, mas

encontraram com o sétimo ano. A falta de intencionalidade no desenvolvimento metacognitivo no currículo escolar poderá também contribuir para a não identificação de diferenças significativas entre anos de escolaridade consecutivos.

Da mesma forma, destacaram-se as diferenças na utilização de estratégias cognitivas ao longo dos anos de escolaridade, com significado entre o sétimo e o nono de escolaridade. Foi, também, parcialmente confirmada a hipótese de que a utilização de estratégias cognitivas é maior em anos de escolaridade mais avançados.

No que diz respeito à autorregulação, não foram encontradas diferenças significativas entre os resultados obtidos nos três anos de escolaridade. Não foi, por isso, confirmada a hipótese de que a autorregulação é maior em anos de escolaridade mais avançados.

O MSLQ foi construído para alunos mais velhos e não tinha sido usado em conjunto com o Jr MAI, mas sim com o MAI (Sperling et al, 2004), pelo que não foram estudadas as diferenças entre estes anos de escolaridade com este instrumento. No entanto, já Kivinen (2003) não tinha encontrado diferenças significativas ao longo dos anos de escolaridade, com o MSLQ e alunos do secundário, entre os 15 e os 20 anos.

Tendo em conta que a secção que foi traduzida, a Self-regulated Learning Strategies do Motivated Strategies for Learning Questionnaire, pretendia incluir itens relacionados com a utilização de estratégias cognitivas, metacognitivos e de gestão do esforço, podendo existir componentes motivacionais que influenciem os resultados. Destaca-se que autores como Eccles, O'Neill e Wigfield (2005), Harter et al. (1992) e Lepper et al. (2005) tinham constatado que a motivação intrínseca para a aprendizagem decrescia ao longo da escolaridade.

Neste estudo, os resultados com as duas escalas aumentam entre o sétimo e o nono ano de escolaridade, mas as diferenças não são estatisticamente significativas, com a escala de Autorregulação. Também a questão do papel do aluno no processo ensino-aprendizagem poderá ser relevante em particular na maior autorregulação por parte do aluno.

No entanto, os resultados de forma geral não deixam de ir ao encontro da literatura no que concerne às questões do desenvolvimento (Flavell, 1979; Flavell et al. 1999; Flavell & Wellman, 1975; Ribeiro, 2003; Neves, 2007; Veenmam et al., 2006; Vygotsky, 1978), relacionando as competências metacognitivas com o desenvolvimento cognitivo, esperando-se por isso que o desenvolvimento metacognitivo também evolua com a idade.

Quanto à questão exploratória sobre a relação entre o desenvolvimento metacognitivo, a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação podemos considerar que se confirmam as correlações entre a metacognição, a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação, tendo em conta os resultados obtidos. Tal como para Sperling et al (2004), também foi confirmada a correlação positiva e significativa entre os dois instrumentos, neste caso com a versão portuguesa do Jr. MAI.

De realçar que o instrumento utilizado para avaliar o desenvolvimento metacognitivo (ICM Jr.) não possui escalas, funcionando como uma avaliação do desenvolvimento metacognitivo geral dos alunos. No entanto, não deixa de apresentar correlações moderadas e significativas com um domínio específico, como por exemplo a regulação da cognição, avaliado de forma mais direta com a escala Autorregulação do QEMA.



## **2. O desenvolvimento metacognitivo, a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação de estudantes em contextos de ensino das ciências**

No que diz respeito à questão sobre se as atividades de investigação constituem um contexto educativo que favorece o desenvolvimento da metacognição, tendo em conta os resultados obtidos, o grupo experimental apresentou diferenças estatisticamente significativas no desenvolvimento metacognitivo dos alunos, em relação ao grupo de controlo. Confirmou-se, assim, a hipótese que as atividades de investigação constituem um contexto educativo que favorece de forma mais significativa o desenvolvimento da metacognição do que um contexto de ensino tradicional das ciências.

Estes resultados vêm apoiar os resultados de Kipnis e Hofstein (2008) de que as atividades de investigação, devidamente planificadas e implementadas, podem constituir um contexto de ensino das ciências que promove o desenvolvimento de competências metacognitivas. Também se destaca que as atividades de investigação são desenvolvidas de forma a promover a autonomia do aluno no seu próprio processo (National Research Council, 2001).

Nas diferentes fases da didática do grupo experimental os alunos foram estimulados na sua curiosidade e questionamento, definindo o problema de partida e estabelecendo relações com experiências prévias, fazendo previsões e levantando hipóteses, planificando a forma de as testar, testando e registando as observações, discutindo entre si os resultados obtidos, comparando alternativas possíveis e organizando a informação. Neste contexto, os alunos são confrontados não só com o conhecimento científico em descoberta, mas com o conhecimento da própria cognição e a regulação da cognição. Estes domínios metacognitivos e os resultados obtidos também são coincidentes com os objetivos de compreensão geral dos processos científicos, assim como de ajudar os alunos a perceberem o “como sabemos” o que sabemos em ciência, bem presentes no papel das atividades de investigação no ensino das ciências (NRC, 2000).

Assim, mais uma vez, a teoria desenvolvimental de Vygotsky é salientada para a investigação sobre metacognição (Braten, 1991a, 1991b), destacando a sua aplicação na aprendizagem autorregulada e na resolução de problemas, o papel central dos “conceitos científicos” para o desenvolvimento da metacognição e da autorregulação (Fox, 2008), assim como, a importância da relação estabelecida entre aprendizagem e desenvolvimento e o papel relevante atribuído à zona de desenvolvimento proximal como um “espaço”

metafórico onde conceitos espontâneos da criança se encontram com conceitos “científicos” fornecidos por professores ou outros mediadores da aprendizagem (Kozulin, 2003).

No entanto, quanto à questão sobre se as atividades de investigação constituem um contexto educativo que favorece a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação, o grupo experimental não apresentou diferenças estatisticamente significativas, nem na utilização de estratégias cognitiva nem na autorregulação, em relação ao grupo de controlo. Assim, não se confirmaram para estes grupos as hipóteses de que as atividades de investigação favorecem de forma mais significativa a utilização de estratégia cognitivas e a autorregulação do que um contexto de ensino tradicional das ciências.

Considera-se que, para a avaliação de componentes da metacognição, o tamanho da amostra, a estruturação da didática do grupo experimental e o período temporal em que decorreu a investigação podem não ter sido suficientes para que as diferenças encontradas fossem estatisticamente significativas, ao contrário do que sucedeu para avaliação mais geral da metacognição. Neste âmbito, destaca-se assim a relevância dada por Larkin (2010) para o fator tempo na assimilação metacognitiva nas escolas, também no contexto específico do ensino das ciências, pois apesar de os resultados com as duas escalas serem maiores com o grupo experimental, as diferenças não são estatisticamente significativas.

Quanto à questão exploratória, sobre a perceção do desenvolvimento metacognitivo por parte do professor, foi encontrada correlação positiva e significativa, ainda que moderada, entre o instrumento de avaliação do desenvolvimento metacognitivo, pós testes do ICM Jr, e o instrumento de avaliação pelos professores da metacognição dos alunos. Foi, assim, confirmada a correlação entre a perceção da metacognição dos alunos por parte do professor e a avaliação do desenvolvimento metacognitivo, através dos instrumentos de avaliação.

Para o instrumento original (Sperling et al, 2002) só tinha sido encontrada correlação significativa para a versão A do Jr. MAI, para alunos mais novos, por poder estar associada a uma avaliação em contexto mais geral. No entanto, neste caso, foi encontrada moderada correlação significativa para alunos mais velhos, com a versão B, mesmo em contexto específico. Poderá ter sido relevante o contexto específico de ensino das ciências, assim como, a identificação das professoras com o quadro metacognitivo. Já Carr (1991) tinha destacado que os professores têm perceção de diferenças individuais no conhecimento metacognitivo dos seus alunos.

Em relação à questão sobre a relação entre o desenvolvimento metacognitivo dos alunos e a percepção do envolvimento dos alunos nas atividades de investigação, por parte do professor, constatou-se que os alunos com maior nível de desenvolvimento metacognitivo foram identificados pelo professor como tendo um maior envolvimento nas atividades de investigação. Foi, por isso, confirmada a hipótese de que o envolvimento em atividades de investigação, percebido pelo professor, é tanto maior quanto maior é o desenvolvimento metacognitivo dos alunos.

Também se conseguiu identificar que os alunos com maior utilização de estratégias cognitivas e maior autorregulação foram percebidos pelo professor como tendo um maior envolvimento nas atividades de investigação. Também foram confirmadas as hipóteses de que a percepção do professor sobre o envolvimento dos alunos em atividades de investigação é tanto maior quanto maior é a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação dos alunos.

De realçar que a característica das atividades de investigação com maior correlação, ainda que moderada, com o desenvolvimento metacognitivo, avaliado com o ICM Jr., foi a quatro, “O aluno relaciona as explicações com o conhecimento científico”. Estamos perante uma característica em que quanto maior a autonomia do aluno, maior a necessidade de envolver competências metacognitivas, em particular do conhecimento da cognição.

A característica com correlação menor, ainda que significativa, com o ICM Jr. foi “O aluno comunica e justifica as explicações”. Pode ter sido assumida pela professora como uma característica que exija menor envolvimento em atividades metacognitivas, como um momento essencialmente de partilha do conhecimento e posterior à tomada de consciência sobre o conhecimento.

Para as duas escalas do QEMA foi a primeira característica das atividades de investigação “O aluno envolve-se em questões cientificamente orientadas” com maior correlação com o desenvolvimento metacognitivo. Estamos, também, perante uma característica em que quanto maior a autonomia do aluno, maior a necessidade de envolver componentes da metacognição, como o conhecimento da cognição e a sua regulação.

A característica das atividades de investigação em que a correlação foi menor com as duas escalas do QEMA foi, também, “O aluno comunica e justifica as explicações”, tal como com o ICM Jr.. Também aqui, pode ter sido assumida pela professora como uma

característica que exigisse menor envolvimento em atividades metacognitivas e sem atividade de controlo, do próprio processo de aprendizagem.

### 3. Conclusões

Os dois instrumentos foram traduzidos, adaptados e validados, o Inventário da Consciência Metacognitiva (ICM Jr.), instrumento de avaliação geral da metacognição, e o Questionário de Estratégias de Motivação para a Aprendizagem (QEMA), avaliando componentes da metacognição, como o conhecimento e a regulação da cognição. Apresentaram boas consistências internas e foram confirmados os fatores identificados nos instrumentos originais. Foram confirmadas as correlações entre os dois instrumentos, o desenvolvimento metacognitivo e os dois componentes, utilização de estratégias cognitivas e autorregulação.

Considera-se, por isso, que estes dois instrumentos podem continuar a ser utilizados, à semelhança dos instrumentos originais, na avaliação de intervenções para o desenvolvimento da metacognição, utilização de estratégias cognitiva e autorregulação em contexto escolar. Salienta-se a sua facilidade de administração e tratamento de resultados.

Na avaliação do desenvolvimento metacognitivo, da utilização de estratégias cognitiva e da autorregulação de estudantes, entre o sétimo e o nono ano de escolaridade, foram identificadas diferenças significativas, mas apenas entre o ano inicial e o ano final de ciclo, com exceção da autorregulação. Destaca-se, novamente, a relevância da falta de intencionalidade no currículo escolar e o papel do aluno no processo ensino-aprendizagem para a não identificação de diferenças significativas entre todos os anos de escolaridade e, em particular, nos anos consecutivos. Os resultados vêm, de qualquer forma, reforçar o entendimento de que o desenvolvimento metacognitivo evolui com a idade.

Confirmou-se que as atividades de investigação constituem um contexto educativo que favorece de forma mais significativa o desenvolvimento da metacognição do que um contexto de ensino tradicional das ciências. No entanto, não se encontraram diferenças significativas quanto à utilização de estratégias cognitivas e à autorregulação, no contexto específico de atividades de investigação que foi estudado.

Foi confirmada a correlação entre a perceção da metacognição dos alunos, por parte do professor, e o desenvolvimento metacognitivo, avaliado com os instrumentos de avaliação. Salienta-se que o contexto específico de ensino das ciências, em que a avaliação decorreu, pode ter contribuído positivamente para os resultados.

Foi confirmada a correlação entre o envolvimento em atividades de investigação, percebido pelo professor, e o desenvolvimento metacognitivo dos alunos. Foram também confirmadas as correlações entre a percepção do professor sobre o envolvimento dos alunos em atividades de investigação e a utilização de estratégias cognitivas e a autorregulação dos alunos. Neste caso, maior desenvolvimento metacognitivo associa-se a uma maior autonomia por parte do aluno, logo uma menor intervenção por parte do professor ou outro mediador das atividades de investigação.

Os resultados deste estudo são consistentes com a importância das competências metacognitivas, da autorregulação e utilização de estratégias cognitivas, para um maior envolvimento do aluno nas atividades de investigação e consequente menor intervenção do professor, avançada por The National Academy of Sciences (National Research Council, 2001). Neste contexto reforça-se novamente que o desenvolvimento metacognitivo pode constituir um elemento relevante para tornar acessível o ensino das ciências (White & Frederiksen, 1998, 2000; White, B. Y., Frederiksen, J. R., & Collins, A., 2009).

#### **4. Limitações do estudo**

Consideram-se limitações do estudo o fato de a avaliação do desenvolvimento metacognitivo dos alunos, entre o sétimo e o nono ano de escolaridade não ser realizada através de um estudo longitudinal, que permitisse a avaliação dos alunos ao longo do ciclo de escolaridade. Na mesma linha, apesar de a amostra ser alargada, não era equilibrada no número de alunos por ano de escolaridade.

Na segunda parte do estudo, a dimensão da amostra de alunos é bastante limitada, assim como, o número de professores envolvidos e a diversidade dos contextos de intervenção. Não foi conseguido um acompanhamento do decorrer da didática do grupo experimental que permitisse uma melhor caracterização, como relacionar os diferentes momentos das atividades de investigação com os aspetos mais relevantes para o desenvolvimento metacognitivo.



## **5. Novas linhas de investigação**

Será relevante aprofundar os estudos sobre a avaliação da metacognição, utilização de estratégias cognitivas e da autorregulação, recorrendo porventura a estudos longitudinais. A continuidade nos contextos de intervenção, assim como, nos currículos também será relevante.

Também será interessante a avaliação da percepção do professor sobre o desenvolvimento metacognitivo dos alunos, em associação em particular com o ICM Jr., noutros contextos de ensino das ciências, assim como noutras áreas curriculares. Outras linhas de investigação poderão ser relevantes para avaliar também outras faixas etárias e envolvendo um maior número de professores.

Novas linhas de investigação que permitam a avaliação de diferentes contextos de ensino das ciências, a relação com outros domínios metacognitivos, assim como uma abordagem qualitativa do contributo das atividades de investigação no desenvolvimento da metacognição poderão ser relevantes para identificar como se expressam as competências metacognitivas dos alunos nos vários momentos da realização de investigações.



## V – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, A. (2002). Educação em Ciências e Trabalho Experimental: Emergência de uma nova concepção. In ME (Eds.), *(Re)pensar o ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação (DES).
- Anderson, D., & Nashon, S. (2007). Predators of knowledge construction: Interpreting students' metacognition in an amusement park physics program. *Science Education*, 91(2), 298-320.
- Ash, D., & Klein, C. (2000). Inquiry in the informal learning environment. In J. Minstrell, & E. van Zee (Eds.), *Inquiry into Inquiry Learning and Teaching in Science*. Washington, CA: Corwin Press.
- Baird, J. R. (1986). Improving learning through enhanced metacognition: A classroom study. *European Journal of Science Education*, 8(3), 263-282.
- Balcikanli, C. (2011). Metacognitive awareness inventory for teachers (MAIT). *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 9(3), 1309-1332.
- Baptista, M. (2006). *A avaliação formativa como processo de regulação das aprendizagens em atividades de investigação sobre o som*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portugal.
- Baptista, M., & Freire, A. M. (2006). Investigações em aulas de Ciências Físico-Químicas. Mudanças nas percepções de alunos do 8º ano relativamente ao ensino e à avaliação. *Investigar em Educação*, 5, 237-257.
- Bártolo-Ribeiro, R.; Almeida, L. S; Simões, M.; Maroco, J. (2010). Metacognição: Qual o valor incremental no rendimento da formação profissional. In *Actas do VII Simpósio Nacional de Investigação em Psicologia* (pp. 2779-2790). Braga: Universidade do Minho.
- Biggs, J. (1985). The role of metalearning in study processes. *British Journal of Educational Psychology*, 55, 185-212.
- Borkowski, J. G. (1985). Signs of intelligence: Strategy generalization and metacognition. *The growth of reflection in children*, 7, 105-144.

- Bråten, I. (1991a). Vygotsky as precursor to metacognitive theory: I. The concept of metacognition and its roots. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 35(3), 179-192.
- Bråten, I. (1991b). Vygotsky as precursor to metacognitive theory: II. Vygotsky as metacognitivist. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 35(4), 305-320.
- Brunheira, L., & Fonseca, H. (1996). Investigar na aula de matemática. In P. Abrantes, L. C. Leal, & J. P. Ponte (Eds.), *Investigar para aprender matemática*. Lisboa: Projecto MPT e APM.
- Brown, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. *Advances in Instructional Psychology*, 1, 77-165.
- Brown, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other mysterious mechanisms. In F. E. Weinert and R. H. Kluwe (Eds) *Metacognition, Motivation, and Understanding* (Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum), 65-116.
- Bouffard-Bouchard, T., Parent, S., & Larivee, S. (1991). Influence of self-efficacy on self-regulation and performance among junior and senior high-school age students. *International Journal of Behavioral Development*, 14(2), 153-164.
- Bouffard-Bouchard, T. (1994). Effect of activating conditional knowledge on self-efficacy and comprehension monitoring. *International Journal of Behavioral Development*. 17 (3), 577-592.
- Bybee, R. (2000). Teaching science as inquiry. In J. Minstrell, & E. van Zee (Eds.), *Inquiry into Inquiry Learning and Teaching in Science*. Washington, CA: Corwin Press.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Campanario, J.M., Cuerva, J., Moya, A. & Otero, J.C. (1997). *El papel de las estrategias metacognitivas en el aprendizaje de las ciencias*. Ponencia presentada en el V Congreso Internacional sobre la Enseñanza de las Ciencias. Murcia.
- Campanario, J. M., & Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 18, pp. 155-169).

- Campione, J. C., & Brown, A. (1987). Metacognitive components of instructional research with problem learners. In F. E. Weinert and R. H. Kluwe (Eds) *Metacognition, Motivation, and Understanding* (Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum), 117-140.
- Carlson, L., Humphrey, G., & Reinhardt, K. (2003). *Weaving science inquiry and continuous assessment*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Carr, M., & Kurtz, B. E. (1991). Teachers' perception of their students metacognition, attributions and self-concept. *British Journal of Educational Psychology*, 61(2), 197-206.
- Cartwright-Hatton, S., & Wells, A. (1997). Beliefs about worry and intrusions: The Meta-Cognitions Questionnaire and its correlates. *Journal of anxiety disorders*, 11(3), 279-296.
- Cullen, J. L. (1985). Children's ability to cope with failure: implication of a metacognitive approach for classroom. *Metacognition cognition and human performance*, 2, 134-149.
- Davis, C., Nunes, M. M., & Nunes, C. A. (2005). Metacognição e sucesso escolar: articulando teoria e prática. *Cadernos de pesquisa*, 35(125), 205-230.
- Departamento do Ensino Básico – DEB (2000). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Departamento do Ensino Secundário – DES (2000). *Revisão Curricular no Ensino Secundário: Cursos Gerais e Tecnológicos – I*. Lisboa: Ministério da Educação.
- De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of educational research*, 68(2), 179-201.
- Develay, M., (1999). A metacognição. In Grangeat, M. (coord.) *A Metacognição: um apoio ao trabalho dos alunos*. Porto: Porto Editora.
- Doly, A. (1999) Metacognição e mediação na escola. In Grangeat, M. (coord.) *A Metacognição: um apoio ao trabalho dos alunos*. Porto: Porto Editora.
- Eccles, J. S., O'Neill, S. A., & Wigfield, A. (2005). Ability self-perceptions and subjective task values in adolescents and children. In *What Do Children Need to Flourish?* (pp. 237-249). Springer US.

- Efklides, A. (2006). Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process?. *Educational Research Review*, 1(1), 3-14.
- Efklides, A. (2008). Metacognition, Defining Its Facets and Levels of Functioning in Relation to Self-Regulation and Co-regulation. *European Psychologist*, 13(4), 277-287.
- Efklides, A. (2011). Interactions of metacognition with motivation and affect in self-regulated learning: The MASRL model. *Educational psychologist*, 46(1), 6-25.
- Ernest, P. (1996). Investigações, resolução de problemas e pedagogia. In P. Abrantes, L. Cunha Leal, & J. P. Ponte (Eds.), *Investigar para aprender matemática*. Lisboa: Projecto Matemática Para Todos e Associação de Professores de Matemática.
- Figueira, A. P. C. (2003). Metacognição e seus contornos. *Revista Iberoamericana de educación*, 1-20.
- Flavell, J.H. (1976). Metacognitive aspects of problem-solving. In L.B. Resnick (Ed.), *Perspectives on the development of memory and cognition* (pp. 231-235). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Flavell, J. H. (1981). *Cognitive monitoring*. In W. P. Dickson (Ed.), *Children's oral communication skills* (pp.35 - 60). New York: Academic Press
- Flavell, J.H. (1985). Développement métacognitif. In J. Bideaud & M. Richelle (Ed.), *Psychologie développementale : problèmes et réalités* (pp.30-41). Bruxelles, Mardaga.
- Flavell, J.H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In F.E. Weinert & R.H. Kluwe (Eds), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 22-29). Hillsdale, N.J : Lawrence Erlbaum Associates.
- Flavell, J. H., Miller, P. H., & Miller, S. A. (1999). *Desenvolvimento cognitivo*. Artmed.
- Flavell, J.H. & Wellman, H. M. (1975). *Metamemory*. University of Minnesota.
- Forrest-Pressley, D. L., & Waller, T. G. (1984). *Metacognition, cognition, and reading*. New York: Springler-Verlag.
- Fox, E., & Riconscente, M. (2008). Metacognition and self-regulation in James, Piaget, and Vygotsky. *Educational Psychology Review*, 20(4), 373-389.

- Galvão, C. (Coord.), Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M., Santos, M. C., Vilela, M. C., Oliveira, M. T., & Pereira, M. (2002). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações Curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação (DEB).
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A. & Oliveira, T. (2007). Science curriculum in Portugal: from the development to the evaluation of students' competences. In D. Waddington, P. Nentwig & S. Schanze (Eds.), *Making it comparable: standards in science education* (pp. 237-253). Münster, Germany: Waxmann Verlag GmbH.
- Georghiades, P. (2004). From the general to the situated: three decades of metacognition. *International Journal of Science Education*, 26(3), 365-383.
- Gonçalves, J., Fidalgo, Z., & Alves Martins, M. (2011). Avaliação do desenvolvimento metacognitivo de estudantes entre o sexto e o nono ano de escolaridade. In *Actas do XI Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia* (pp. 2453-2462). A Coruña: Universidade da Coruña.
- Gonçalves, J., Alves Martins, M (2013). Perceção dos professores sobre o desenvolvimento metacognitivo dos alunos. In *Actas do XII Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia* (pp. 4182-4191). Braga: CIED.
- Grotzer, T., & Mittlefehldt, S. (2012). The role of metacognition in students' understanding and transfer of explanatory structures in science. In *Metacognition in science education* (pp. 79-99). Springer Netherlands.
- Harter, S. (1992). The relationship between perceived competence, affect, and motivational orientation within the classroom: Processes and patterns of change. In *Achievement and motivation: A social-developmental perspective*, 2, 77-114.
- Hartman, H. & Sternberg, J. (1993). A broad BACEIS for improving thinking. *Instructional Science*, 21, 401-425.
- Herscovitz, O., Kaberman, Z., Saar, L., & Dori, Y. J. (2012). The relationship between metacognition and the ability to pose questions in chemical education. In *Metacognition in science education* (pp. 165-195). Springer Netherlands.
- Jacobs, J. E., & Paris, S. G. (1987). Children's metacognition about reading: Issues in definition, measurement, and instruction. *Educational Psychologist*, 22(3&4), 235-278.

- Jou, G. I. D., & Sperb, T. M. (2006). A metacognição como estratégia reguladora da aprendizagem. *Psicologia: reflexão e crítica*. Porto Alegre. Vol. 19, n. 2 (2006), p. 177-185.
- Kipnis, M. & Hofstein, A. (2008). The inquiry laboratory as a source for development of metacognitive skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 6, 601-627.
- Kivinen, K. (2003). *Assessing motivation and the use of learning strategies by secondary students in three international schools*. Dissertação de Doutorado. Tampere University Press.
- Klein, P. D. (2004). Scientific explanation through writing. *Instructional Science*, 32, 191-231.
- Koch, A. (2001). Training in metacognition and comprehension of physics texts. *Science Education*, 85(6), 758-768.
- Kozma, R. B. (2003). Technology and classroom practices: An international study. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(1), 1-14.
- Kozulin, A. (2003). Psychological tools and mediated learning. In Vygotsky's educational theory in cultural context, 15-38.
- Kuhn, D. (1999). A developmental model of critical thinking. *Educational researcher*, 28(2), 16-46.
- Kuhn, D. (2000). Metacognitive development. *Current directions in psychological science*, 9(5), 178-182.
- Kuhn, D., Garcia-Mila, M., Zohar, A., Andersen, C., White, S. H., Klahr, D., & Carver, S. M. (1995). Strategies of knowledge acquisition. *Monographs of the society for research in child development*, 1-157.
- Lai, E. R. (2011). Metacognition: A literature review. *Always learning: Pearson research report*.
- Larkin, S. (2010). *Metacognition in young children*. Routledge.

- Lefebvre-Pinard, M. (1983). Understanding and auto-control of cognitive functions: implications for the relationship between cognition and behavior. *International Journal of Behavioral Development*, 6(1), 15-35.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no Ensino das Ciências. In ME (Eds.), *Cadernos didácticos de ciências*, 1. Lisboa: Ministério da Educação (DES).
- Livingston, J. (2003). *Metacognition: An Overview*. Recuperado em Junho, 2010, de <http://www.gse.buffalo.edu/fas/shuell/cep.546/Metacog.htm>
- Lorsbach, A. (2008). *The Learning Cycle as a Tool for Planning Science Instruction*. Recuperado em 5 Setembro, 2009, de <http://www.coe.ilstu.edu/scienceed/lorsbach/257lrcy.htm>
- Lories, G., Dardenne, B., & Yzerbyt, V. Y. (1998). From social cognition to metacognition. *Metacognition: Cognitive and social dimensions*, 1-15.
- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2006). *Understanding and developing science teachers. Pedagogical content knowledge*. Monash University, Clayton, Austrália: Sense Publishers
- Mai, M. Y. (2015). Science Teachers Self Perception about Metacognition. *Journal of Educational and Social Research*, 5(1 S1), 77.
- Mahn, H. (1999). Vygotsky's methodological contribution to sociocultural theory. *Remedial and Special Education*, 20(6), 341-350
- Manlove, S., Lazonder, A. W., & de Jong, T. (2007). Software scaffolds to promote regulation during scientific inquiry learning. *Metacognition and Learning*, 2(2-3), 141-155.
- Manning, B. H., Glasner, S. E., & Smith, E. R. (1996). The self-regulated learning aspect of metacognition: A component of gifted education. *Roeper Review*, 18(3), 217-223.
- Madruga, J. (2002). Resolución de problemas. In F. Rodríguez (Ed.), *La resolución de problemas en matemáticas*. Barcelona: Graó.
- Markman, E. M. (1977). Realizing that you don't understand: A preliminary investigation. *Child development*, 986-992.

- Martins, M. I. (2003). *Literacia científica e contributos do ensino formal para a compreensão pública da ciência*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Martins, M. I., & Veiga, M. (1999). *Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspectiva da educação em ciências*. Instituto de Inovação Educacional, Lisboa: Ministério da Educação.
- Melo, R.; Mendes, R.; Gonçalves, I., Pile, M. & Carvalho, C. (2006). *Questionário de Estratégias de Motivação para a Aprendizagem – Versão Portuguesa do Manual de Utilização*. Adaptado de P. Pintrich, D. Smith, T. Garcia and W. McKeachie (1991). Lisboa: IST.
- Miguéns, M. (1999). *O trabalho prático e o ensino das investigações na educação básica*. Lisboa: Conselho Nacional de Educação.
- Moraitou, D., & Efklides, A. (2009). The blank in the mind questionnaire (BIMQ). *European Journal of Psychological Assessment*, 25(2), 115-122.
- Mokhtari, K., & Reichard, C. A. (2002). Assessing students' metacognitive awareness of reading strategies. *Journal of educational psychology*, 94(2), 249.
- Monereo, C., & CASTELLÓ, M. (2001). La enseñanza estratégica: enseñar para la autonomía. In C. Monereo, A. Badia, M. Baixeras, E. Boadas, M. Castelló, I. Guevara, E. Bertrán, M. Monte y E. Sebastiani. *Ser estratégico y autónomo aprendiendo*. España: GRAO, 11-40.
- National Research Council – NRC (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy.
- National Research Council – NRC (2001). *Classroom Assessment and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy.
- National Science Teachers Association – NSTA (2002). *Science Educator's. Guide to Laboratory Assessment*. Arlington: NTSA press.
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. *The psychology of learning and motivation*, 26, 125-141.
- Neves, D. A. (2007). Meta-aprendizagem e Ciência da Informação: uma reflexão sobre o ato de aprender a aprender. *Perspectivas em Ciência da informação*, 12(3), 116-128.

- Newman, R. S. (1984a). Children's achievement and self-regulation evaluations in mathematics: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 76(5), 857–873.
- Newman, R. S. (1984b). Children's numerical skill and judgments of confidence in estimation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 37(1), 107–123.
- Newman, R. S., & Wick, P. L. (1987). Effect of age, skill, and performance feedback on children's judgments of confidence. *Journal of Educational Psychology*, 79(2), 115–119.
- Novais, A., & Cruz, N. (1989). O ensino das ciências, o desenvolvimento das capacidades metacognitivas e a resolução de problemas. *Revista de educação*, 1(3), 65-75.
- Oliveira, H., Ponte, J. P., Santos, L., & Brunheira, L. (1999). Os professores e as actividades de investigação. In P. Abrantes, J. P. Ponte, H. Fonseca, & L. Brunheira (Eds.), *Investigações matemáticas na aula e no currículo*. Lisboa: Projecto MPT e APM.
- Organisation for economic co-operation and development. Programme for international student assessment – OECD/PISA (1999). *Measuring student knowledge and skills. A new framework for assessment*. Paris: OECD publications.
- Pascualon, J. F. (2011). *Escala de avaliação da metacognição infantil: elaboração dos itens e análise dos parâmetros psicométricos*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos.
- Perrenoud, P. (2000). Construindo competências. In Entrevista com Philippe Perrenoud, Universidade de Genebra. Recuperado em Outubro, 2010, de [http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php\\_main/php\\_2000/2000\\_31.htm](http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2000/2000_31.htm)
- Pintrich, P.R. & De Groot E. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-50.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). *A manual for the use of the motivational strategies learning questionnaire (MSLQ)*. Ann Harbor, MI: University of Michigan, National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.

- Ponte, J. P., Ferreira, C., Varandas, J., Brunheira, L., & Oliveira, H. (1999). *A relação professor-aluno na realização de investigações matemáticas*. Lisboa: Projecto MPT e APM.
- Pressley, M., & Ghatala, E. S. (1989). Metacognitive benefits of taking a test for children and young adolescents. *Journal of Experimental Child Psychology*, 47, 430–450.
- Pressley, M., Levin, J. R., Ghatala, E. S., & Amhad, M. (1987). Test monitoring in young grade school children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 43(1), 96–111.
- Raven, J., Raven, J. C., & Court, J. H. (1998). *Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales*. Section 2: The Coloured Progressive Matrices. San Antonio, TX: Harcourt Assessment.
- Ribeiro, C. (2003). Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. *Psicologia: reflexão e crítica*, 16(1), 109-116.
- Rickey, D. & Stacy, A.M. (2009). The role of metacognition in learning chemistry. *Journal of Chemical Education*, 2000, 77.7: 915.
- Rosa, C. W., & de Alves Filho, J. (2009). A dimensão metacognitiva na aprendizagem em física: relato das pesquisas brasileiras. REEC: *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 8(3), 19.
- Rosa, C. W., & Alves Filho, J. (2013). Metacognição e as Atividades Experimentais em Física: Aproximações teóricas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 15(1), 95-111.
- Santos, M. (2002). *Trabalho experimental no ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, Instituto de Inovação Educacional.
- Santos, J. & Pinheiro, M. R. (2010). *Assiduidade às aulas, satisfação com o curso e estratégias de motivação para a aprendizagem em estudantes do ensino superior*. Actas do I Congresso RESAPES (CD ROM), pp. 362-370. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Schauble, L., Raghavan, K., & Glaser, R. (1993). The discovery and reflection notation: A graphical trace for supporting self-regulation in computer-based laboratories. In S. P. Lajoie & S. J. Derry (Eds.), *Computers as cognitive tools* (pp. 319-337). Hillsdale: Erlbaum.

- Schraw, G. (2002). Promoting general metacognitive awareness. In H. J. Hartman (Ed.), *Metacognition in learning and instruction: theory, research and practice*. New York: Kluwer Academic Publishers.
- Schraw, G., & Dennison (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19, 460–475.
- Simão, A. (2002). *Aprendizagem estratégica. Uma aposta na auto-regulação*. Instituto de Inovação Educacional, Lisboa: Ministério da Educação.
- Slife, B. D., Weiss, J., & Bell, T. (1985). Separability of metacognition and cognition: Problem solving in learning disabled and regular students. *Journal of Educational Psychology*, 77(4), 437.
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995) Metacognitive theories. *Educational Psychology Review* 7(4), 351-371.
- Schwab, J. J. (1978). Education and the structure of the disciplines. *Science, curriculum, and liberal education*, 229-272.
- Solomon, J. (1998). Avaliação do trabalho experimental dos alunos no ensino das ciências. In Livro de Actas, 2º Fórum Ciência Viva. Open University, Faculty of Science. Recuperado em Julho, 2010, de <http://www.cienciaviva.pt/forum/2forum/actas/2forumactas-conferencia.pdf>
- Sperling, R. A., Howard, B. C., Miller, L. A., & Murphy, C. (2002). Measures of children's knowledge and regulation of cognition. *Contemporary Educational Psychology*, 27, 51-79.
- Sperling, R.A., Howard, B.C., Staley, R. & Dubois, N. (2004). Metacognition and self-regulated learning constructs. *Educational Research and Evaluation*, 10(2), 117-130.
- Swanson, H. L. (1990). Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 82(2), 306–314.
- Thomas, G. P. (2012). Metacognition in science education: Past, present and future considerations. In *Second international handbook of science education* (pp. 131-144). Springer Netherlands.
- Tobias, S., Everson, H., Laitusis, V. (1999). *Toward a performance-based measure of metacognitive knowledge monitoring: Relationships with self-reports and behavior*

- ratings*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Montreal, Canada.
- Valente, M. O., Salema, M. H., Morais, M. M. & Cruz, M. N. (1989). A metacognição. *Revista de Educação, 1*(3), 47-51.
- Veenman, M. V. (2012). Metacognition in Science Education: Definitions, Constituents, and Their Intricate Relation with Cognition. In *Metacognition in science education* (pp. 21-36). Springer Netherlands.
- Veenman, M. V., Elshout, J. J., & Busato, V. V. (1994). Metacognitive mediation in learning with computer-based simulations. *Computers in Human Behavior, 10*(1), 93-106.
- Veenman, M. V., Elshout, J. J., & Meijer, J. (1997). The generality vs domain-specificity of metacognitive skills in novice learning across domains. *Learning and instruction, 7*(2), 187-209.
- Veenman, M. V., & Spaans, M. A. (2005). Relation between intellectual and metacognitive skills: Age and task differences. *Learning and individual differences, 15*(2), 159-176.
- Veenman, M. V., Van Hout-Wolters, B. H., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and learning, 1*(1), 3-14.
- Veenman, M. V., Wilhelm, P., & Beishuizen, J. J. (2004). The relation between intellectual and metacognitive skills from a developmental perspective. *Learning and instruction, 14*(1), 89-109.
- Vygotsky, L. S. (2001). *Psicologia Pedagógica*. Martins Fontes.
- Vygotsky, L. S. (2003). *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. Martins Fontes.
- Wellington (2002). *Secondary Science – contemporary issues and practical approaches*. London: Routledge.
- Wells, A., & Cartwright-Hatton, S. (2004). A short form of the metacognitions questionnaire: properties of the MCQ-30. *Behaviour research and therapy, 42*(4), 385-396.

- Weinert, F. E. (1987). Introduction and overview: Metacognition and motivation as determinants of effective learning and understanding. In *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 1-16). Erlbaum.
- White, B. & Frederiksen, J. (1998). Inquiry, modelling and metacognition: making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16(1), 3-118.
- White, B., & Frederiksen, J. (2000). Metacognition facilitation: an approach to making scientific inquiry accessible to all. In J. Minstrell and E. H. van Zee. *Inquiry and Inquiry Learning and Teaching in Science*. American Association for the Advancement of Science.
- White, B. Y., Frederiksen, J. R., & Collins, A. (2009). The interplay of scientific inquiry and metacognition: More than a marriage of convenience. In D. Hacker, J. Dunlosky, & A. Graesser (Eds.), *Handbook of metacognition in education* (pp. 175–205). New York: Routledge.
- Wong, B. Y. (1991). Metacognition and learning disabilities. *Learning about learning disabilities*, 231-258.
- Woolnough, B. (1998). Authentic science in schools, to develop personal knowledge. *Practical work in school science. Which way now*, 109-125.
- Woolnough, B. (2000). Appropriate practical work for school science – Making it practical and making it science. In J. Minstrell, & E. van Zee, (Eds.), *Inquiry into Inquiry Learning and Teaching in Science*. Washington, CA: Corwin Press.
- Wong (1985).
- Yussen, S. R. (1985). The role of metacognition in contemporary theories of cognitive development. *Metacognition, cognition, and human performance*, 1, 253-283.
- Zimmerman, B. J., & Martinez-Pons, M. (1986). Development of a structured interview for assessing student use of self-regulated learning strategies. *American Educational Research Journal*, 23, 614–628.
- Zohar, A., & David, A. B. (2008). Explicit teaching of meta-strategic knowledge in authentic classroom situations. *Metacognition and Learning*, 3(1), 59-82
- Zohar, A., & Dori, Y. J. (Eds.). (2011). Introduction. In *Metacognition in science education: Trends in current research* (Vol. 40). Springer Science & Business Media.



**VI – ANEXOS**







## Anexo B

### Questionário de Estratégias de Motivação para a Aprendizagem (QEMA)

Por favor, lê as afirmações seguintes e marca com um círculo a resposta que se relaciona contigo

**1 = não sou nada assim ----- 7 = sou completamente assim**

- |  |   |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Quando estudo para um teste, tento juntar a informação da aula com a do livro.                                    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2. Quando faço os trabalhos de casa, tento recordar-me do que o professor disse na aula.                             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3. Coloco-me questões para garantir que sei a matéria que estive a estudar.  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 6. Quando estudo, ponho as ideias importantes nas minhas próprias palavras.  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 7. Eu tento sempre compreender o que o professor está a dizer, mesmo que não faça sentido.                           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8. Quando estudo para um teste, tento lembrar-me do maior número de factos que consigo.                              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 9. Quando estudo, copio as minhas notas de novo para ajudar a lembrar-me da matéria.                                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10. Eu trabalho em exercícios práticos e respondo às questões no fim do capítulo mesmo quando o professor não manda. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 11. Mesmo quando as matérias de estudo são chatas e pouco interessantes, continuo a trabalhar até acabar.            | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 12. Quando estudo para um teste, pratico repetindo várias vezes as coisas importantes para mim próprio.              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 13. Antes de começar a estudar, reflito sobre as coisas que vou precisar fazer para aprender.                        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14. Eu utilizo o que aprendi em trabalhos de casa anteriores e no livro para fazer novos trabalhos.                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 17. Quando estudo um tópico, tento que tudo faça sentido.  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 18. Quando leio, paro de vez em quando e revejo o que li.  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 19. Quando leio, repito as palavras várias vezes para mim próprio para me ajudar a lembrar.                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 20. Eu sublinho os capítulos do meu livro para ajudar-me a estudar.  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 21. Eu trabalho muito para obter uma boa nota, mesmo quando não gosto de uma disciplina.                             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 22. Quando leio, tento relacionar o que estou a ler com o que já sabia antes.  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

*Agradecemos a colaboração!*



## Anexo C

### Avaliação pelos professores da metacognição dos alunos

A metacognição diz respeito ao pensamento sobre o próprio pensamento ou ao conhecimento sobre o próprio conhecimento. Alunos com altos níveis de desenvolvimento metacognitivo tendem a exibir comportamentos cognitivos que são diferentes dos alunos com baixos níveis de desenvolvimento metacognitivo.

Em baixo estão listados vários comportamentos que permitem distinguir alunos com altos e baixos níveis de desenvolvimento metacognitivo.

<i>Alto nível de desenvolvimento metacognitivo</i>	<i>Baixo nível de desenvolvimento metacognitivo</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atenção permanente</li> <li>2. Estuda com um objetivo definido</li> <li>3. Elabora planos de estudo</li> <li>4. Avalia rigorosamente o próprio rendimento</li> <li>5. Coloca questões para assegurar a compreensão</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atenção irregular</li> <li>2. Estuda sem um objetivo definido</li> <li>3. Não planifica muito</li> <li>4. Pouco rigoroso em relação ao próprio rendimento</li> <li>5. Continua a trabalhar sem compreender</li> </ol>

Utilizando uma escala de 1 a 6, em que 1 corresponde a um nível muito baixo e 6 a um nível muito alto, avalie cada aluno da sua turma em relação ao seu nível de desenvolvimento metacognitivo.



## Anexo D

### Descrição das atividades desenvolvidas no grupo experimental

Atividade nº1. Com esta atividade pretende-se que os alunos identifiquem diferentes tipos de sons e fontes sonoras. A aula inicia-se com a audição de um CD, onde é possível escutar desde ruídos a vários tipos de músicas. Depois do despertar da curiosidade dos alunos, estes escrevem com base no que ouviram a questão orientadora do estudo e passam em seguida à sua exploração. Deste modo, os alunos aprendem que o som é produzido por uma perturbação da fonte sonora e relacionam a produção de som com o movimento vibratório da fonte. Ao resolverem esta atividade os alunos desenvolvem várias competências, nomeadamente de conhecimento substantivo e processual, de raciocínio, de comunicação e de atitudes.

Questão orientadora: Como se produz o som?

Conteúdo de Aprendizagem: Tipos de sons e fontes sonoras.

Competências de conhecimento substantivo: Reconhecer que o som é produzido por uma perturbação da fonte sonora; Relacionar a produção de som com o movimento vibratório da fonte sonora.

Outras competências: Formular questões, observar, planear, concluir, interpretar, refletir e comunicar.

Atividade nº 2. Esta tarefa promove a interdisciplinaridade, uma vez que, se desenvolve em colaboração com os professores de Área de Projeto das duas turmas envolvidas. Previamente à distribuição da atividade pelos alunos, a investigadora reúne-se com os professores da disciplina de Área de Projeto e discutem em conjunto a atividade. Esta atividade possibilita a construção de instrumentos musicais e a sua classificação, atendendo ao modo como os sons são produzidos.

Questão orientadora: Como é que os sons são produzidos?

Conteúdo de Aprendizagem: Modo como os sons são produzidos.

Competências de conhecimento substantivo: Classificar os instrumentos musicais em percussão, cordas ou sopro; Relacionar o tipo de instrumentos musicais com o modo como o som é produzido.

Outras competências: Construir instrumentos, planejar, concluir, refletir e comunicar.

Atividade nº 3. Para que os alunos identifiquem as propriedades do som, inicia-se a atividade a partir de um texto. Desta forma, possibilita-se logo de início o desenvolvimento de competências linguísticas, nomeadamente, de leitura e interpretação de um texto. A tarefa proposta permite que os alunos distingam os conceitos de altura, intensidade e timbre, e que relacionem o comprimento, a tensão e a espessura das cordas com a altura. Esta atividade inclui uma tarefa de pesquisa que os alunos realizam como trabalho de casa. Essa tarefa consiste na procura de informação sobre o timbre.

Questão orientadora: Como podem distinguir-se os sons?

Conteúdo de Aprendizagem: Propriedades do som.

Competências de conhecimento substantivo: Reconhecer a altura, a intensidade e o timbre como propriedades do som; Relacionar a altura com os sons graves e agudos; Relacionar a intensidade com os sons fortes e fracos; Explicar como o comprimento, a espessura e a tensão das cordas influenciam a altura do som.

Outras competências: Ler, interpretar, prever, planejar, concluir, refletir e comunicar.

Atividade nº 4. Esta atividade, à semelhança da atividade nº 2, envolve a interdisciplinaridade. Assim, esta é desenvolvida em colaboração com os professores de Estudo Acompanhado das duas turmas envolvidas. Previamente à distribuição da atividade pelos alunos, a investigadora reúne-se com os professores da disciplina de Estudo Acompanhado, como o intuito, de discutirem em conjunto a atividade.

Com esta atividade pretende-se que os alunos façam uma pesquisa dos instrumentos musicais usados em diferentes regiões do país, nomeadamente sobre os existentes no Concelho a que os alunos pertencem. A atividade inicia-se com um texto e, em seguida, os alunos colocam questões sobre o que a leitura lhes sugere e pesquisam em várias fontes

bibliográficas. Salienta-se que também constitui uma finalidade desta atividade a elaboração de um cartaz e de uma carta para colegas de outra escola sobre a pesquisa efetuada.

Questão orientadora: Que instrumentos musicais se tocam nas diferentes regiões do país?

Conteúdo de Aprendizagem: As regiões e os instrumentos musicais.

Competências de conhecimento substantivo: Reconhecer que diferentes regiões do país usam diferentes instrumentos musicais; Caracterizar as propriedades dos sons que permitem distingui-los.

Outras competências: Ler, interpretar, comunicar, pesquisar e refletir.

Atividade nº 5. Com esta atividade pretende-se a consolidação dos conhecimentos adquiridos pelos alunos. A partir de um conjunto de palavras, cada aluno tem que construir quatro frases. Em grupo, discutem as frases que escrevem individualmente e selecionam duas. Por fim, leem as frases que os restantes grupos escreveram e indicam se são verdadeiras ou falsas.

Neste estudo, esta atividade permite verificar se os alunos desenvolvem a sua linguagem científica relativamente aos conteúdos até aí abordados, uma vez que é possível detetar, através das frases que constroem e classificam, se assimilam os conceitos lecionados. Nesta atividade os alunos mobilizam os conhecimentos sobre o Som já adquiridos.

Atividade nº 6. Esta atividade é introduzida por uma questão para a qual os alunos desconhecem a solução. A tarefa proposta possibilita que os alunos reconheçam os meios em que se propaga o som e a necessidade da existência de um meio material para a sua propagação. Relativamente a essa necessidade, os alunos realizam uma pesquisa sobre a propagação do som no vácuo. Essa pesquisa constitui um trabalho de casa. Todos os trabalhos de casa são entregues à professora para posteriormente serem avaliados.

Questão orientadora: Como se propaga o som?

Conteúdo de Aprendizagem: Meios de propagação do som.

Competências de conhecimento substantivo: Reconhecer que o som necessita de um meio para se propagar; Reconhecer que o som se propaga melhor em meios sólidos, seguindo-se os líquidos e por fim nos gasosos.

Outras competências: Interpretar, planejar, concluir, comunicar, pesquisar e refletir.

Atividade nº 7. Esta atividade, à semelhança da atividade anterior, é introduzida por uma questão: “Como se pode determinar o valor da velocidade do som no ar?”, para a qual os alunos desconhecem a solução. Esta atividade permite que os alunos meçam grandezas, registem os valores numa tabela adequada, determinem o valor da velocidade do som no ar e comparem o valor determinado com o valor teórico.

Questão orientadora: Como se pode determinar o valor da velocidade do som no ar?

Conteúdo de Aprendizagem: Velocidade do som.

Competências de conhecimento substantivo: Determinar a velocidade do som no ar a partir da distância e do tempo; Reconhecer que o valor da velocidade do som no ar para uma temperatura de 20° C é 344 m/s.

Outras competências: Interpretar, medir, tratar resultados, construir tabelas, concluir, planejar, comunicar e refletir.

Atividade nº 8. Inicia-se a atividade com a apresentação de várias imagens de casas constituídas por diferentes materiais e solicita-se aos alunos que façam uma previsão sobre o material que julgam ser o melhor isolador sonoro. A tarefa proposta possibilita que os alunos conheçam o instrumento que permite medir os níveis sonoros, comparem diferentes materiais, identificando aqueles que são melhores isoladores sonoros, e associem esses materiais à necessidade de isolamento sonoro nas casas. Na preparação dos recursos didáticos a utilizar durante a realização da atividade, tem-se a preocupação de construir cubos ocós feitos com materiais diferentes, com o mesmo volume e com paredes de igual espessura.

Questão orientadora: Qual o melhor isolador sonoro?

Conteúdo de Aprendizagem: Isoladores sonoros.

Competências de conhecimento substantivo: Identificar o sonómetro como o instrumento que permite medir os níveis sonoros; Prever os materiais que são melhores isoladores sonoros; Reconhecer a importância do isolamento acústico na preservação do meio social e ambiental.

Outras competências: Interpretar, medir, construir tabelas, concluir, planear, comunicar e refletir.

Atividade nº 9. Com esta atividade pretende-se a discussão dos problemas de audição, quando há exposição a fontes sonoras com intensidade elevada e identificação das aplicações do som no dia-a-dia. Conta-se com a colaboração de uma equipa do Centro de Saúde da Cidade, formada por duas enfermeiras e uma médica, para dinamizar uma ação de formação sobre o Som e a Saúde. Durante o decorrer desta, pretende-se que os alunos tenham oportunidade de discutir a anatomia do ouvido, fisiologia do ouvido, perdas de audição, problemas de audição, danos causados por ruídos e aplicações do som na saúde. Após esta ação de formação, solicita-se aos alunos a elaboração de um resumo sobre a mesma e a pesquisa sobre outras aplicações do som.

Atividade nº 10. Esta tarefa tem como finalidade conhecer as aprendizagens que os alunos realizam ao longo das atividades que desenvolvem e, como tal, ao contrário das outras atividades, realiza-se individualmente. De facto, esta atividade permite fazer uma síntese das informações recolhidas sobre o desenvolvimento das aprendizagens.

Atividade nº 11. Esta tarefa, à semelhança da anterior, permite uma consolidação das aprendizagens realizadas. Os alunos formulam questões sobre o tema Som e transcrevem essas questões para cartões cedidos pela professora. As questões formuladas pelas duas turmas são a base de um jogo.