



Universidade de Aveiro Departamento de Educação  
2014

**SANDRA MARIA  
JORGE DOS  
SANTOS**

**AVALIAÇÃO DA GESTÃO CURRICULAR DA  
MATEMÁTICA: CURSOS PROFISSIONAIS III**



**SANDRA MARIA  
JORGE DOS  
SANTOS**

**AVALIAÇÃO DA GESTÃO CURRICULAR DA  
MATEMÁTICA: CURSOS PROFISSIONAIS III**

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Didática e Formação - Avaliação, realizada sob a orientação científica da Doutora Maria Teresa Bixirão Neto, Professora Auxiliar do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro e coorientação da Doutora Maria João Loureiro, Professora Auxiliar do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho ao meu esposo pelo apoio incansável e por me ter substituído tantas vezes no papel de mãe e ao meu filho Afonso Xavier pelos momentos que deixou de partilhar da minha companhia. Em memória do meu pai e do meu tio que partiram, mas continuam presentes no meu coração.

## **o júri**

presidente

Doutor Aníbal Manuel de Oliveira Duarte  
Professor Catedrático e Vice-reitor da Universidade de Aveiro

Doutor Jaime Maria Monteiro de Carvalho e Silva  
Professor Associado da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Doutor José António da Silva Fernandes  
Professor Associado do Instituto de Educação da Universidade do Minho

Doutora Maria Palmira Carlos Alves  
Professora Associada do Instituto de Educação da Universidade do Minho

Doutora Isabel Maria Cabrita dos Reis Pires Pereira  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Doutora Maria João Loureiro (Coorientadora)  
Professora Auxiliar do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro

Doutora Maria Teresa Bixirão Neto (Orientadora)  
Professora Auxiliar do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Expresso a minha enorme gratidão e o meu reconhecimento muito especial à minha orientadora científica Professora Doutora Teresa Bixirão pela orientação, incentivo e disponibilidade incondicional, pela paciência e cordialidade com que sempre me recebeu e pelo muito que me ensinou.

À minha coorientadora Professora Doutora Maria João Loureiro, pela sua colaboração e influência positiva, pela sua frontalidade, rigor científico e orientação determinante.

Aos professores participantes que tornaram possível este trabalho agradeço a colaboração desinteressada nesta investigação.

À minha família pela compreensão nos momentos em que não pude estar presente e pelo permanente incentivo na minha valorização profissional e humana.

Aos Diretores das escolas por onde passei, colegas e amigos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Às empresas cooperantes, Aquamatic - Sistema de Rega, S.A (Leça da Palmeira); Parque industrial da Sapec (Setúbal); Cipade - Indústria e Investigação de Produtos Adesivos, S.A (Miltrena); Saint Gobain Sekurit Portugal - Vidro Automóvel SA (Santa Iria de Azoia) que, por isso, permitiram o estabelecimento de uma parceria multidisciplinar.

## palavras-chave

Gestão Curricular. Cursos Profissionais. Ensino Secundário. Modelação e Aplicações Matemáticas. Avaliação.

## resumo

No mundo do trabalho, designadamente na indústria, acentua-se o défice de competências matemáticas nos profissionais da indústria, particularmente a Modelação Matemática, facto que constitui uma preocupação crescente à escala mundial e, obviamente, do sistema educativo português e da comunidade matemática nacional. Este défice é justificado pela falta de formação dos professores em contexto industrial e, de acordo com a *National Council of Teachers of Mathematics*, pela incapacidade que muitos docentes têm em apresentar a Matemática aplicada a situações laborais.

Face à relevância social, económica e política da problemática descrita, centrou-se o presente estudo na Avaliação da Gestão Curricular da Matemática nos Cursos Profissionais de nível III do ensino secundário em Portugal, com enfoque na Modelação Matemática que, segundo os referentes internacionais, é simultaneamente uma competência e uma metodologia de ensino promotora do desenvolvimento de competências matemáticas nos profissionais da indústria.

No contexto da gestão do currículo da Matemática para os cursos profissionais de nível III em escolas secundárias portuguesas, desenvolveu-se o presente estudo para se responder à questão de investigação: Em que medida a gestão curricular da Matemática, instituída, intencional e implementada nos cursos profissionais de nível III contempla situações-problema, suscetíveis de promover o desenvolvimento de competências no aluno, relevantes para o seu desempenho profissional?

Construiu-se um referencial de avaliação, centrado na dimensão ecológica, segundo o modelo teórico Enfoque Ontosemiótico, abrangendo um conjunto de sub-dimensões sobre as quais foram definidos critérios e respetivos indicadores. De realçar, ainda, que o referencial, além de ter servido de instrumento de avaliação da gestão curricular da Matemática nos cursos profissionais de nível III do ensino secundário, serviu, também, como guia orientador no desenho das sete situações-problema de natureza de Modelação Matemática no estudo de funções.

O enquadramento metodológico do presente estudo assentou no método *Estudo de Caso*. Para analisar o caso, selecionaram-se sete unidades integradas de análise, a saber: a gestão curricular da Matemática de cada um dos seis professores participantes e a gestão curricular da Matemática instituída pelos normativos oficiais (programa da componente de formação científica da disciplina de Matemática para os cursos profissionais).

Para a análise dos dados empíricos, respeitantes à gestão instituída, recorreu-se à análise de conteúdo e teve essencialmente como propósito avaliar em que medida as orientações curriculares, emanadas no Programa da componente de formação científica disciplina de Matemática para os cursos profissionais de nível III, estão em conformidade com os referenciais teóricos. Sequencialmente, a operacionalização da avaliação intencional consubstanciou-se nos planos das aulas cedidos previamente a cada

observação. A análise de conteúdo, como técnica de tratamento dos dados empíricos, foi a forma de se aceder às intenções de cada professor participante no estudo. A observação de aulas sucedeu à avaliação do plano de aula, constituindo a forma de avaliar *in loco* a gestão curricular da Matemática implementada, permitindo avaliar a coerência das observações com as intenções expressas nas planificações. Os registos das observações foram concretizados sob a forma de notas de campo que incluem uma componente descritiva e outra reflexiva que se dirigem para a análise dos dados empíricos recolhidos.

Em termos de resultados, a avaliação da gestão curricular instituída foi reveladora de que o postulado pelos referentes para o desenvolvimento de competências tem a sua representação nas orientações curriculares expressas no Programa da componente de formação científica da disciplina de Matemática para os cursos profissionais de nível III. Contrariamente, a gestão curricular da Matemática pelos professores participantes revelou-se muito condicionada ao cumprimento dos conteúdos propostos pelo programa da disciplina. Por conseguinte, a gestão curricular da Matemática por competências, enfatizada no Programa (gestão instituída), encontrou, neste estudo, pouca tradução na gestão curricular intencional e implementada dos professores participantes, na medida em que a mesma não refletiu uma articulação com a componente de formação técnica do curso, visando uma metodologia proactiva no desenho de situações-problema promotoras de desenvolver, nos alunos, competências profícuas para a sua profissão, nomeadamente a Modelação Matemática. De salientar, ainda, que uma percentagem muito significativa de situações-problema propostas pelos professores não são, no geral, pertinentes para os respetivos cursos, não sendo, neste sentido, promotoras do estabelecimento de ligação com a futura *performance* profissional dos alunos. Tal lacuna parece ter resultado da ausência de trabalho colaborativo entre os professores de Matemática e os restantes docentes que constituem a equipa formativa do curso, lacuna que dificulta a articulação e coordenação em prol de um ensino contextualizado, ou ainda pela ausência de formação contínua pelos professores, no âmbito de temáticas inerentes à gestão curricular a cursos profissionais.

## keywords

Curricular Management. Professional Courses. Secondary Education. Mathematical Modelling and Application. Evaluation

## abstract

In the work sphere, and particularly within the industry field, there is an increasing deficit of mathematical skills amongst professionals, especially when it comes to Mathematical Modelling, a growing concern on a global scale as well as, naturally, within the Portuguese educational system and the national mathematical community. This deficit can be explained by a lack of teacher training in an industrial context and, according to the *National Council of Teachers of Mathematics*, by the inability of presenting Mathematics applied to work situations on the part of many teachers.

Given the social, economic and political significance of this issue, the present study focused on the Evaluation of the Curricular Management of Mathematics in Third Level Professional Courses taught in Portuguese Secondary Schools, and especially on Mathematical Modelling, which is, according to international standards, simultaneously a teaching skill and a teaching methodology that promotes the development of mathematical skills amongst industry professionals.

Concerning the curricular management of Mathematics in Third Level Professional Courses taught in Portuguese Secondary Schools, the development of this study tried to answer the following investigation question: To what extent does the instituted, intentional and implemented curricular management of Mathematics in Third Level Professional Courses contemplate situation-problems that are capable of promoting the development of relevant skills for the professional performance of the students?

We developed an evaluation standard, focusing on the ecological dimension, following the Onto-Semiotic approach theoretical and encompassing a group of sub-dimensions whose criteria and respective indicators were defined. Besides having served as an instrument for the Evaluation of the Curricular Management of Mathematics in Third Level Professional Courses taught in Portuguese Secondary Schools, this evaluation standard also served as a guideline for the design of the seven situation-problems involving Mathematical Modelling in the study of functions.

The methodological frame adopted in the present study was based on the *Case Study* method. For this case analysis, the following seven integrated analysis units were selected: the curricular management of Mathematics implemented by each one of the six participant teachers and the curricular management of Mathematics instituted by official guidelines (the programme of the scientific training component of Mathematics for Professional Courses).

For the analysis of empirical data involving instituted management, we adopted a content analysis whose main purpose was to evaluate in what extent the curricular guidelines, expressed in the programme of the scientific training component of Mathematics for Third Level Professional Courses, respected theoretical standards. Sequentially, the intentional evaluation was carried out based on the planning of the lessons, made available before each observation took place. Content analysis, a technique for the treatment of empirical data,



allowed us to understand the intentions of each participant teacher. Classroom observation followed the evaluation of the lesson planning, as a way of assessing, *in loco*, the implemented curricular management of Mathematics and the degree of consistency between the observation and the intentions expressed in the planning. The records of the observations were taken as field notes and included a descriptive component and a reflective component, oriented towards the analysis of the collected empirical data.

As to the results, the evaluation of the instituted curricular management revealed that what the standards for the development of skills postulate is translated into curricular guidelines expressed in the programme of the scientific training component of mathematics for Third Level Professional Courses. Conversely, the curricular management of Mathematics carried out by the participant teachers was extremely conditioned by the compliance with the contents proposed by the syllabus. Consequently, the curricular management of Mathematics focused on the development of skills, emphasized by the Programme (instituted management), found, in this study, little expression in the intentional and implemented curricular management amongst the participant teachers, as it did not reveal any articulation with the technical training component of the course, nor entail a proactive methodology in the design of situation-problems capable of developing fruitful professional skills amongst the students, particularly in Mathematical Modelling. It is equally important to note that a significant percentage of situation-problems proposed by teachers were not, generally speaking, relevant for the courses in question, therefore failing to establish a connection with the future professional performance of students. This gap seems to emerge from a lack of collaborative work between Math teachers and the remaining teachers, who comprise the educational team of the course, a gap that hinders articulation and coordination with a view to a contextualized teaching process, or even from the absence of continuing education for teachers involving the themes pertaining to the Curricular Management of Professional Courses.

## Índice Geral

---

Dedicatória	
Júri	
Agradecimentos	
Resumo	
Abstract	
Índice Geral.....	i
Lista de anexos e apêndices em CD-ROM.....	v
Lista de figuras.....	vi
Lista de quadros.....	xiii
Abreviaturas e siglas.....	xviii

### PARTE I - INTRODUÇÃO

<b>Capítulo I – Apresentação do estudo.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Da problemática à pertinência da investigação.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Questão de investigação e objetivos .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Caracterização e síntese metodológica da investigação.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4. Estrutura da tese.....</b>	<b>11</b>

### PARTE II – CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

<b>Capítulo II – Os Cursos Profissionais de nível III do ensino secundário em Portugal .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1. Antecedentes dos Cursos Profissionais: A qualificação da população portuguesa.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2. Princípios norteadores da criação dos Cursos Profissionais no ensino secundário português.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3. Enquadramento conceptual dos Cursos Profissionais de nível III.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4. Modelo pedagógico dos Cursos Profissionais de nível III.....</b>	<b>23</b>

### PARTE III – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

<b>Capítulo III - Gestão Curricular da Matemática .....</b>	<b>39</b>
<b>3.1. Esclarecimentos conceituais - Currículo e teorias curriculares.....</b>	<b>40</b>
<b>3.2. A Gestão Curricular.....</b>	<b>49</b>
<b>3.3. Gestão Curricular por competências.....</b>	<b>51</b>
3.3.1. Conceito de competência.....	51
3.3.2. A evolução do conceito de competência para o ensino.....	58
3.3.3. Tipos de competências.....	64
3.3.4. Conceptualização de conhecimentos e habilidades - Processos de integração entre conhecimento e habilidades .....	66
3.3.5. Conceptualização de atitudes - Processos de integração de atitudes. Processos de integração de conhecimentos, habilidades e	

atitudes .....	72
<b>3.4. Gestão Curricular da Matemática para o desenvolvimento de competências no ensino profissional - Competências como eixo organizador</b>	<b>76</b>
3.4.1. Gestão Curricular da Matemática para o desenvolvimento de competências matemáticas nos futuros profissionais da indústria.....	80
<b>3.5. Modelação Matemática e Aplicações como metodologia para o desenvolvimento de competências.....</b>	<b>88</b>
3.5.1. Situações-problema, resolução de situações-problema, modelação matemática, modelo e aplicações matemáticas: Conceptualização.....	96
3.5.2. Processo de Modelação Matemática .....	100
<b>Capítulo IV – Avaliação da Gestão Curricular .....</b>	<b>107</b>
<b>4.1. Concetualização de avaliação.....</b>	<b>108</b>
<b>4.2. Avaliação em educação – Síntese da evolução histórica.....</b>	<b>111</b>
<b>4.3. Paradigmas da Avaliação.....</b>	<b>118</b>
<b>4.4. Avaliação da Gestão Curricular.....</b>	<b>123</b>
<b>4.5. Limitações na implementação de um processo de avaliação.....</b>	<b>129</b>
<b>4.6. Estudos de avaliação no ensino profissional.....</b>	<b>131</b>
<b>4.7. Considerações gerais sobre o estado atual do ensino profissional no ensino secundário português.....</b>	<b>138</b>
<b>Capítulo V – Enfoque Ontosemiótico do ensino e aprendizagem da Matemática .....</b>	<b>145</b>
<b>5.1. Fundamentos teóricos .....</b>	<b>146</b>
<b>5.2. Da dimensão normativa ao enquadramento do estudo no EOS.....</b>	<b>154</b>
<b>PARTE IV – ESTUDO EMPÍRICO</b>	
<b>Capítulo VI – Metodologia da Investigação.....</b>	<b>165</b>
<b>6.1. Do problema à questão de investigação e objetivos.....</b>	<b>166</b>
<b>6.2. Natureza do estudo e opções metodológicas.....</b>	<b>167</b>
<b>6.3. Fases do estudo, técnicas na recolha de dados empíricos e técnicas na análise e tratamento de dados empíricos.....</b>	<b>170</b>
<b>6.4. Seleção e caracterização dos participantes no estudo.....</b>	<b>176</b>
<b>6.5. Protocolo de referencialização como prática de Avaliação da Gestão Curricular da Matemática nos Cursos Profissionais de nível III .....</b>	<b>183</b>
6.5.1. Significado de referência para a Gestão Curricular da Matemática nos Cursos Profissionais de nível III .....	187
6.5.2. Referencial de Avaliação da Gestão Curricular da Matemática nos Cursos Profissionais de nível III.....	190
6.5.3. Validação do Referencial de Avaliação.....	224
<b>Capítulo VII - Apresentação e análise dos resultados.....</b>	<b>229</b>
<b>7.1. Enquadramento do Programa da componente de formação científica da disciplina de Matemática para os Cursos Profissionais do ensino secundário..</b>	<b>230</b>
<b>7.2. Avaliação da Gestão Curricular da Matemática Instituída - Programa da componente de formação científica da disciplina de Matemática para os</b>	

Cursos Profissionais do ensino secundário.....	234
<b>7.3. Enquadramento do Curso Profissional de nível III objeto de avaliação da Gestão Curricular da Matemática de cada professor participante.....</b>	<b>248</b>
7.3.1. Professor P1 - Curso Profissional de Técnico de Eletrotécnica.....	248
7.3.2. Professor P2 - Curso Profissional de Técnico de Manutenção Industrial variantes de Eletromecânica, Mecatrónica, Mecatrónica Automóvel, e Aeronaves.....	251
7.3.3. Professor P3 - Curso Profissional de Técnico de Mecatrónica Automóvel.....	254
7.3.4. Professor P4 - Curso Profissional de Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho e Ambiente.....	255
7.3.5. Professor P5 - Curso Profissional de Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica.....	259
7.3.6. Professor P6 - Curso Profissional de Técnico de Energias Renováveis variante de Sistemas Solares, Sistemas Eólicos e Sistemas de Bioenergia.....	259
<b>7.4. Avaliação da Gestão Curricular Intencional e Implementada da Matemática em Cursos Profissionais de nível III.....</b>	<b>263</b>
7.4.1. Avaliação da GCM intencional e implementada pelo professor P1 no Curso de Técnico de Eletrotécnica.....	264
7.4.2. Avaliação da GCM intencional e implementada pelo professor P2 no Curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica..	284
7.4.3. Avaliação da GCM Intencional e Implementada pelo professor P3 no Curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Mecatrónica Automóvel.....	306
7.4.4. Avaliação da GCM Intencional e Implementada pelo professor P4 no Curso de Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho e Ambiente...	322
7.4.5. Avaliação da GCM Intencional e Implementada pelo professor P5 no Curso Profissional de Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica.....	344
7.4.6. Avaliação da GCM Intencional e Implementada pelo professor P6 no Curso Profissional de Técnico de Energias Renováveis variante de Sistemas Solares.....	362

**Capítulo VIII – Análise holística da avaliação da Gestão Curricular da Matemática em Cursos Profissionais de nível III..... 377**

<b>8.1. Análise holística da avaliação da GCM intencional e implementada dos professores P1, P2, P3, P4, P5, P6.....</b>	<b>378</b>
8.1.1. Natureza das situações.....	378
8.1.2. Pertinência das situações-problema.....	381
8.1.3. Grau de estrutura e grau de desafio das situações-problema.....	383
8.1.4. Processo adotado nas situações-problema .....	385
8.1.5. Conexões intra-matemáticas e interdisciplinares.....	389
8.1.6. Fatores condicionantes (índole material): Tecnologias.....	396

## **PARTE V – CONCLUSÕES**

<b>Capítulo IX – Da questão de investigação às conclusões .....</b>	<b>403</b>
<b>9.1. Conclusões da investigação.....</b>	<b>404</b>
<b>9.2. Limitações do estudo. Propostas para futuras investigações .....</b>	<b>426</b>

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>433</b>
--	------------

## **ANEXOS E APÊNDICES EM CD-ROM**

## LISTA DE ANEXOS E APÊNDICES EM CD-ROM

<b>Anexo I</b>	Plano da 1ª aula do professor P1 .....	VI
<b>Anexo II</b>	Plano da 2ª aula do professor P1 .....	VII
<b>Anexo III</b>	Plano da 1ª aula do professor P2 .....	VIII
<b>Anexo IV</b>	Plano da 2ª aula do professor P2 .....	IX
<b>Anexo V</b>	Plano da 1ª aula do professor P3 .....	X
<b>Anexo VI</b>	Plano da 2ª aula do professor P3 .....	XI
<b>Anexo VII</b>	Plano da 1ª aula do professor P4 .....	XII
<b>Anexo VIII</b>	Plano da 2ª aula do professor P4 .....	XIV
<b>Anexo IX</b>	Plano da 1ª aula do professor P5 .....	XVI
<b>Anexo X</b>	Plano da 2ª aula do professor P5 .....	XVIII
<b>Anexo XI</b>	Plano da 1ª aula do professor P6 .....	XX
<b>Anexo XII</b>	Plano da 2ª aula do professor P6 .....	XXI
<b>Apêndice I</b>	Questionário- Caracterização biográfica dos professores	I
<b>Apêndice II</b>	Notas de campo 1.ª aula observada - Professor P1 .....	XXII
<b>Apêndice III</b>	Notas de campo 2.ª aula observada - Professor P1 .....	XXVIII
<b>Apêndice IV</b>	Notas de campo 1.ª aula observada - Professor P2 .....	XXXVII
<b>Apêndice V</b>	Notas de campo 2.ª aula observada - Professor P2 .....	XLVI
<b>Apêndice VI</b>	Notas de campo 1.ª aula observada - Professor P3 .....	LXI
<b>Apêndice VII</b>	Notas de campo 2.ª aula observada - Professor P3 .....	LXIX
<b>Apêndice VIII</b>	Notas de campo 1.ª aula observada - Professor P4 .....	LXXVIII
<b>Apêndice IX</b>	Notas de campo 2.ª aula observada - Professor P4 .....	LXXXIV
<b>Apêndice X</b>	Notas de campo 1.ª aula observada - Professor P5 .....	XCIV
<b>Apêndice XI</b>	Notas de campo 2.ª aula observada - Professor P5 .....	CIV
<b>Apêndice XII</b>	Notas de campo 1.ª aula observada - Professor P6 .....	CXII
<b>Apêndice XIII</b>	Notas de campo 2.ª aula observada - Professor P6 .....	CXVIII
<b>Apêndice XIV</b>	Projeto 2 – Situação-problema de modelação matemática: Manutenção de resíduos industriais banais	CXXIII
<b>Apêndice XV</b>	Projeto 3 – Situação-problema de modelação matemática: Processo de destilação simples.....	CXXXVII
<b>Apêndice XVI</b>	Projeto 4 – Situação-problema de modelação matemática: Concentração no desempenho profissional	CXLVI
<b>Apêndice XVII</b>	Projeto 5 – Situação-problema de modelação matemática: Frequência cardíaca máxima e mínima de um indivíduo .....	CLVII
<b>Apêndice XVIII</b>	Projeto 6 – Situação-problema de natureza de modelação matemática: Salto de um motociclista.....	CLXXI
<b>Apêndice XIX</b>	Projeto 7 – Situação-problema de modelação matemática: Luminosidade dos vidros escurecidos para automóveis .....	CLXXXIV

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo II

---

<b>Figura 2.1</b>	Transversalidade dos saberes.....	27
<b>Figura 2.2</b>	Matriz curricular dos Cursos Profissionais.....	28
<b>Figura 2.3</b>	Estrutura curricular dos Cursos Profissionais.....	29
<b>Figura 2.4</b>	Gestão Curricular do Professor/Formador.....	30
<b>Figura 2.5</b>	Formação por estrutura modular.....	31
<b>Figura 2.6</b>	Impacte da formação por estrutura modular na cultura da escola e nas práticas pedagógicas.....	31
<b>Figura 2.7</b>	Flexibilidade na Gestão Curricular do modelo pedagógico por estrutura modular.....	32
<b>Figura 2.8</b>	Dinâmica colaborativa/cooperativa na Gestão Curricular.....	33

### Capítulo III

---

<b>Figura 3.1</b>	Interpretações do currículo segundo diversas componentes do sistema educativo.....	48
<b>Figura 3.2</b>	Processos de integração e transferência.....	67
<b>Figura 3.3</b>	Processo de Modelação Matemática.....	101

### Capítulo IV

---

<b>Figura 4.1</b>	Propósitos da avaliação.....	116
<b>Figura 4.2</b>	A avaliação no centro de um octógono de forças.....	125

### Capítulo V

---

<b>Figura 5.1</b>	Tipos de significados institucionais e pessoais.....	150
<b>Figura 5.2</b>	Objetos primários, facetas duais e processos da atividade matemática.....	153
<b>Figura 5.3</b>	Dimensão Normativa. Tipos de normas.....	156
<b>Figura 5.4</b>	Dimensões da adequação didática de um processo de ensino e aprendizagem.....	158

### Capítulo VI

---

<b>Figura 6.1</b>	Número de questionários com retorno por Escola .....	177
-------------------	--	-----

<b>Figura 6.2</b>	Distribuição dos professores participantes de acordo com as habilitações académicas.....	180
<b>Figura 6.3</b>	Situação-problema de referência - Qualidade de um aspersor de rega.....	193
<b>Figura 6.4</b>	Avaliação da natureza da situação-problema de referência .....	194
<b>Figura 6.5</b>	Avaliação da pertinência da situação-problema de referência .....	195
<b>Figura 6.6</b>	Relação em termos do grau de desafio e do grau de estrutura de uma situação-problema de Modelação Matemática .....	199
<b>Figura 6.7</b>	Avaliação do grau de desafio e do grau de estrutura da situação-problema de referência.....	199
<b>Figura 6.8</b>	Avaliação da concretização da 1. <sup>a</sup> etapa do processo de Modelação Matemática.....	201
<b>Figura 6.9</b>	Exemplo de investigação complementar alusiva no contexto da situação-problema.....	201
<b>Figura 6.10</b>	Procedimentos para a recolha de dados.....	202
<b>Figura 6.11</b>	Avaliação da existência de estruturação da situação-problema – 2. <sup>a</sup> etapa do processo de Modelação Matemática.....	203
<b>Figura 6.12</b>	Método gráfico na matematização da situação-problema.....	204
<b>Figura 6.13</b>	Método algébrico e método gráfico na matematização da situação-problema .....	205
<b>Figura 6.14</b>	Método algébrico na matematização da situação-problema – Vértice da Parábola.....	206
<b>Figura 6.15</b>	Questões de desenvolvimento no contexto da situação-problema de referência.....	206
<b>Figura 6.16</b>	Resolução do problema pelo método algébrico.....	207
<b>Figura 6.17</b>	Resolução do problema pelo método gráfico.....	208
<b>Figura 6.18</b>	Avaliação da existência da interpretação da solução à luz do contexto do problema.....	208
<b>Figura 6.19</b>	Regressão quadrática e regressão linear.....	209
<b>Figura 6.20</b>	Regressão cúbica.....	210
<b>Figura 6.21</b>	Dados de <i>performance</i> de um aspersor de rega de impacto agrícola de pequena capacidade. <i>In Aquamatic</i> .....	210
<b>Figura 6.22</b>	Aplicação do software de geometria dinâmica GeoGebra no estudo da função $y=-0.1x^2+x+1$ .....	211
<b>Figura 6.23</b>	Aplicação do software de geometria dinâmica GeoGebra no estudo de transformações.....	212
<b>Figura 6.24</b>	Aplicação do software de geometria dinâmica GeoGebra na resolução de inequações do 2º grau.....	213
<b>Figura 6.25</b>	Exemplo de itens a integrar no corpo de um relatório.....	214
<b>Figura 6.26</b>	Exemplo de conexões intra-matemáticas.....	217
<b>Figura 6.27</b>	Exemplo de conexões interdisciplinares.....	218
<b>Figura 6.28</b>	Estudo do movimento de um corpo.....	219
<b>Figura 6.29</b>	Desenho esquemático do aspersor de rega de impacto agrícola - modelo DH.....	219
<b>Figura 6.30</b>	Recursos a utilizar na resolução da situação-problema de referência	221



## Capítulo VII

---

<b>Figura 7.1</b>	Situação-problema S11.....	265
<b>Figura 7.2</b>	Situação-problema S12.....	266
<b>Figura 7.3</b>	Situação-problema S13.....	275
<b>Figura 7.4</b>	Situação-problema S14.....	275
<b>Figura 7.5</b>	Situação-problema S15.....	275
<b>Figura 7.6</b>	Situação-problema S16.....	276
<b>Figura 7.7</b>	Situação-problema S21.....	285
<b>Figura 7.8</b>	Situação-problema S22.....	285
<b>Figura 7.9</b>	Situação-problema S23.....	293
<b>Figura 7.10</b>	Situação-problema S24.....	293
<b>Figura 7.11</b>	Situação-problema S25.....	294
<b>Figura 7.12</b>	Situação-problema S31.....	307
<b>Figura 7.13</b>	Situação-problema S32.....	315
<b>Figura 7.14</b>	Situação-problema S33.....	316
<b>Figura 7.15</b>	Situação-problema S41.....	322
<b>Figura 7.16</b>	Situação-problema S42.....	323
<b>Figura 7.17</b>	Situação-problema S43.....	323
<b>Figura 7.18</b>	Situação-problema S44.....	329
<b>Figura 7.19</b>	Situação-problema S45.....	329
<b>Figura 7.20</b>	Situação-problema S46.....	329
<b>Figura 7.21</b>	Situação-problema S47.....	329
<b>Figura 7.22</b>	Situação-problema S51.....	344
<b>Figura 7.23</b>	Situação-problema S52.....	344
<b>Figura 7.24</b>	Situação-problema S53.....	354
<b>Figura 7.25</b>	Situação-problema S54.....	354
<b>Figura 7.26</b>	Situação-problema S61.....	363
<b>Figura 7.27</b>	Situação S62.....	363
<b>Figura 7.28</b>	Situação-problema S63.....	369
<b>Figura 7.29</b>	Situação S64.....	369

## Capítulo VIII

---

<b>Figura 8.1</b>	Distribuição de situações propostas por cada professor participante	378
<b>Figura 8.2</b>	Natureza das situações propostas por cada professor participante...	380
<b>Figura 8.3</b>	Porcentagem de situações quanto à sua natureza propostas pelos professores .....	380
<b>Figura 8.4</b>	Distribuição de situações-problema pertinentes e não pertinentes propostas por cada professor.....	382
<b>Figura 8.5</b>	Porcentagem de situações-problema onde foram contempladas conexões intra-matemáticas e interdisciplinares de forma abrangente.....	394

## Capítulo X

---

<b>Figura 10.1</b>	CITRI - Centro Integrado de Tratamento de Resíduos Industriais de Setúbal.....	ix
<b>Figura 10.2</b>	O desenho da situação-problema consubstanciou-se nos dados cedidos pela empresa CITRI.....	ix
<b>Figura 10.3</b>	Exemplo de concretização da 1ª etapa do processo de modelação matemática.....	ix
<b>Figura 10.4</b>	Exemplo de investigação complementar alusiva ao contexto do problema.....	ix
<b>Figura 10.5</b>	Concretização da 2ª etapa do processo de modelação matemática.....	ixI
<b>Figura 10.6</b>	Método gráfico na matematização do problema.....	ixII
<b>Figura 10.7</b>	Método numérico e algébrico na matematização da situação-problema.....	ixIII
<b>Figura 10.8</b>	Questões exploratórias no contexto da situação-problema de referência.....	ixIII
<b>Figura 10.9</b>	Resolução do problema com recurso ao método algébrico.....	ixIX
<b>Figura 10.10</b>	Resolução do problema recorrendo ao método gráfico (GeoGebra).....	ixIX
<b>Figura 10.11</b>	Interpretação da solução à luz do contexto da situação.....	ixX
<b>Figura 10.12</b>	Regressão Quadrática.....	ixX
<b>Figura 10.13</b>	Aplicação do software de geometria dinâmica GeoGebra no estudo da função $y=60x+70$ .....	ixXI
<b>Figura 10.14</b>	Exemplo de itens a integrar no corpo de um relatório.....	ixXII
<b>Figura 10.15</b>	Conexões intra-matemáticas.....	ixXII
<b>Figura 10.16</b>	Conexões interdisciplinares.....	ixXIII
<b>Figura 10.17</b>	Explicitação da conexão interdisciplinar com a disciplina de Português.....	ixXV
<b>Figura 10.18</b>	Explicitação da conexão interdisciplinar com a disciplina de Física e Química.....	ixXV
<b>Figura 10.19</b>	Desenho esquemático de um detalhe da montagem de um tubo cerâmico de microfiltração.....	ixXVI
<b>Figura 10.20</b>	Recursos a utilizar no desenvolvimento do projeto.....	ixXVI
<b>Figura 10.21</b>	Situação-problema de referência.....	ixXVIII

<b>Figura 10.22</b>	Exemplo de concretização da 1ª etapa do processo de modelação matemática.....	xXIX
<b>Figura 10.23</b>	Exemplo de investigação complementar alusiva ao contexto do problema.....	xXIX
<b>Figura 10.24</b>	Concretização da 2ª etapa do processo de modelação matemática.....	xL
<b>Figura 10.25</b>	Método gráfico na matematização do problema.....	xLI
<b>Figura 10.26</b>	Questão exploratória no contexto da situação-problema de referência.....	xLII
<b>Figura 10.27</b>	Método algébrico na resolução da situação- problema.....	xLII
<b>Figura 10.28</b>	Interpretação da solução à luz do contexto do problema....	xLII
<b>Figura 10.29</b>	Recurso ao Software Geogebra no estudo da função quártica.....	xLIII
<b>Figura 10.30</b>	Conexões intra-matemáticas.....	xLIV
<b>Figura 10.31</b>	Conexões interdisciplinares.....	xLIV
<b>Figura 10.32</b>	Desenho esquemático de um detalhe de um tubo cerâmico de micro-filtragem.....	xLV
<b>Figura 10.33</b>	Recursos para o desenvolvimento da situação-problema de referência.....	xLV
<b>Figura 10.34</b>	Situação-problema de referência.....	xLVII
<b>Figura 10.35</b>	Exemplo de concretização da 1ª etapa do processo de modelação matemática.....	xLVII
<b>Figura 10.36</b>	Exemplo de investigação complementar alusiva ao contexto do problema.....	xLVIII
<b>Figura 10.37</b>	Concretização da 2º etapa do processo de modelação matemática.....	xLVIII
<b>Figura 10.38</b>	Método gráfico na matematização do problema.....	xLIX
<b>Figura 10.39</b>	Método algébrico na matematização do problema.....	xL
<b>Figura 10.40</b>	Questões de desenvolvimento no contexto da situação-problema de referência.....	xL
<b>Figura 10.41</b>	Resolução da situação-problema recorrendo ao método algébrico.....	xLI
<b>Figura 10.42</b>	Conclusão da resolução do problema recorrendo ao método algébrico.....	xLII
<b>Figura 10.43</b>	Interpretação da solução à luz do contexto do problema....	xLII
<b>Figura 10.44</b>	Resolução do problema à luz do modelo mais representativo do fenómeno.....	xLIII

<b>Figura 10.45</b>	Recurso ao software Geogebra no estudo da função quártica.....	xiLIV
<b>Figura 10.46</b>	Conexões intra-matemáticas.....	xiLV
<b>Figura 10.47</b>	Conexões inter-disciplinares.....	xiLV
<b>Figura 10.48</b>	Conexões inter-disciplinares (continuação).....	xiLVI
<b>Figura 10.49</b>	Situação-problema de referência.....	xiLVIII
<b>Figura 10.50</b>	Exemplo de concretização da 1ª etapa do processo de modelação matemática.....	xiLIX
<b>Figura 10.51</b>	Exemplo de investigação complementar alusiva ao contexto do problema.....	xiLIX
<b>Figura 10.52</b>	Concretização da 2ª etapa do processo de modelação matemática.....	xiLX
<b>Figura 10.53</b>	Matematização matemática para a frequência cardíaca (70%) em relação à idade.....	xiLXII
<b>Figura 10.54</b>	Matematização matemática para a frequência cardíaca (60%) em relação à idade.....	xiLXII
<b>Figura 10.55</b>	Questões de desenvolvimento no contexto da situação-problema de referência.....	xiLXIII
<b>Figura 10.56</b>	Resolução da situação-problema recorrendo ao método algébrico.....	xiLXIII
<b>Figura 10.57</b>	Interpretação da solução à luz do contexto do problema....	xiLXIII
<b>Figura 10.58</b>	Recurso ao software Geogebra no estudo da função Afim.	xiLXVII
<b>Figura 10.59</b>	Conexões intra-matemáticas.....	xiLXVIII
<b>Figura 10.60</b>	Conexões interdisciplinares.....	xiLXVIII
<b>Figura 10.61</b>	Conexões interdisciplinares (continuação) .....	xiLXVIX
<b>Figura 10.62</b>	Recursos para o desenvolvimento da situação-problema de referência.....	xiLXX
<b>Figura 10.63</b>	Situação-problema de referência.....	xiLXXII
<b>Figura 10.64</b>	Exemplo de concretização da 1ª etapa do processo de modelação matemática.....	xiLXXII
<b>Figura 10.65</b>	Exemplo de investigação complementar alusiva ao contexto do problema.....	xiLXXIII
<b>Figura 10.66</b>	Concretização da 2ª etapa do processo de modelação matemática.....	xiLXXIII
<b>Figura 10.67</b>	Método gráfico na matematização do problema.....	xiLXXIV
<b>Figura 10.68</b>	Método algébrico na matematização do problema – Processo dos três pontos.....	xiLXXV

<b>Figura 10.69</b>	Questão de desenvolvimento no contexto da situação-problema de referência.....	xiiLXXXVI
<b>Figura 10.70</b>	Resolução do problema com recurso ao método algébrico..	xiiLXXXVI
<b>Figura 10.71</b>	Interpretação da solução à luz do contexto do problema....	xiiLXXXVI
<b>Figura 10.72</b>	Aplicação do software de geometria dinâmica GeoGebra no estudo da função $y = -0,93x^2 + 5,13x + 7,5$ .....	xiiLXXXVIII
<b>Figura 10.73</b>	Aplicação do software de geometria dinâmica GeoGebra no estudo de transformações.....	xiiLXXXIX
<b>Figura 10.74</b>	Aplicação do software de geometria dinâmica GeoGebra na resolução de inequações do 2ª grau.....	xiiLXXX
<b>Figura 10.75</b>	Conexões intra-matemáticas.....	xiiLXXXI
<b>Figura 10.76</b>	Conexões interdisciplinares: Componente de formação sociocultural.....	xiiLXXXI
<b>Figura 10.77</b>	Conexões interdisciplinares: Componente de formação sociocultural, científica e técnica.....	xiiLXXXII
<b>Figura 10.78</b>	Recursos para o desenvolvimento da situação-problema de referência.....	xiiLXXXIII
<b>Figura 10.79</b>	Situação-problema de referência.....	xiiLXXXV
<b>Figura 10.80</b>	Exemplo de concretização da 1ª etapa do processo de modelação matemática.....	xiiLXXXVI
<b>Figura 10.81</b>	Exemplo de investigação complementar alusiva ao contexto do problema.....	xiiLXXXVI
<b>Figura 10.82</b>	Concretização da 2ª etapa do processo de modelação matemática.....	xiiLXXXVI
<b>Figura 10.83</b>	Método gráfico na matematização do problema.....	xiiLXXXVII
<b>Figura 10.84</b>	Método algébrico na matematização do problema – Processo dos três pontos.....	xiiLXXXVIII
<b>Figura 10.85</b>	Questão de desenvolvimento no contexto da situação-problema de referência.....	xiiLXXXIX
<b>Figura 10.86</b>	Resolução do problema com recurso ao método algébrico	xiiLXXXIX
<b>Figura 10.87</b>	Interpretação da solução à luz do contexto do problema....	xiiLXXXIX
<b>Figura 10.88</b>	Aplicação do software de geometria dinâmica GeoGebra no estudo da função $y = 0,01x^2 - 0,19x + 0,80$ .....	CXCI
<b>Figura 10.89</b>	Aplicação do software de geometria dinâmica GeoGebra no estudo de transformações.....	CXCII
<b>Figura 10.90</b>	Conexões intra-matemáticas.....	CXCIII
<b>Figura 10.91</b>	Conexões interdisciplinares – Componentes de Formação	

	Sociocultural, Científica e Técnica.....	CXCIII
<b>Figura 10.92</b>	Conexões interdisciplinares – Componente de Formação Técnica.....	CXCIV
<b>Figura 10.93</b>	Desenho de um circuito elétrico de vidros.....	CXCV

## LISTA DE QUADROS

### Capítulo II

---

<b>Quadro 2.1</b>	Recenseamentos gerais da População.....	16
<b>Quadro 2.2</b>	Média de anos de escolarização da população adulta.....	17
<b>Quadro 2.3</b>	Índice de população portuguesa (18 e os 24 anos) que não frequenta qualquer grau de ensino entre 1991 e 2001.....	17
<b>Quadro 2.4</b>	Índice de abandono escolar e saídas antecipadas e precoces da população portuguesa.....	18
<b>Quadro 2.5</b>	Evolução das taxas de retenção e de desistência da população portuguesa.....	18
<b>Quadro 2.6</b>	Evolução do número de alunos a frequentar as diversas vias de ensino secundário.....	22
<b>Quadro 2.7</b>	Famílias profissionais.....	27

### Capítulo III

---

<b>Quadro 3.1</b>	Conceções de <i>Currículo</i> .....	40
<b>Quadro 3.2</b>	Sistematização das Teorias Curriculares.....	45
<b>Quadro 3.3</b>	Dimensões do currículo.....	47
<b>Quadro 3.4</b>	Conceção curricular - perspetiva prática.....	50
<b>Quadro 3.5</b>	Principais especificidades de competência.....	57
<b>Quadro 3.6</b>	Competências essenciais de referência do Parlamento Europeu e do Conselho.....	60
<b>Quadro 3.7</b>	Competências essenciais postuladas por Baartman e Bruijn.....	61
<b>Quadro 3.8</b>	Critérios e indicadores para a seleção de competências-chave.....	62
<b>Quadro 3.9</b>	Competências a desenvolver pela escola.....	77
<b>Quadro 3.10</b>	Competências matemáticas.....	82
<b>Quadro 3.11</b>	Critérios para a seleção de uma situação-problema.....	85
<b>Quadro 3.12</b>	Critérios para a seleção de situações-problema matemáticos de carácter industrial.....	86
<b>Quadro 3.13</b>	Quadro comparativo: Argumentos e competências.....	92

## Capítulo IV

---

<b>Quadro 4.1</b>	Síntese evolutiva da histórica da Avaliação Educacional.....	115
<b>Quadro 4.2</b>	Fases da Avaliação segundo Alaiz, Góis e Gonçalves.....	117
<b>Quadro 4.3</b>	Fases da Avaliação segundo Escudero.....	117
<b>Quadro 4.4</b>	Finalidades da Avaliação a partir dos princípios do século XX....	118
<b>Quadro 4.5</b>	Períodos de inclusão dos diversos paradigmas da Avaliação.....	121
<b>Quadro 4.6</b>	Dicotomia do paradigma quantitativo e qualitativo da Avaliação	122
<b>Quadro 4.7</b>	Propósitos da avaliação no contexto curricular segundo Harland..	128
<b>Quadro 4.8</b>	Propósitos da avaliação no contexto curricular segundo Chelimsky.....	128
<b>Quadro 4.9</b>	Etapas contempladas num processo de avaliação segundo sete áreas de intervenção.....	129
<b>Quadro 4.10</b>	Principais dificuldades na operacionalização da avaliação.....	130
<b>Quadro 4.11</b>	O papel do(s) avaliador(es).....	131

## Capítulo V

---

<b>Quadro 5.1</b>	Objectos matemáticos que intervêm na prática matemática ou os emergentes dela.....	151
<b>Quadro 5.2</b>	Dimensões da adequação didática de um processo de ensino e aprendizagem.....	159
<b>Quadro 5.3</b>	Sub-dimensões da dimensão ecológica.....	160

## Capítulo VI

---

<b>Quadro 6.1</b>	Cronograma das aulas observadas ano letivo 2010/2011.....	173
<b>Quadro 6.2</b>	Fases do estudo empírico: Fontes e técnicas na recolha de dados empíricos e técnicas na análise de dados empíricos .....	175
<b>Quadro 6.3</b>	Processo de seleção dos professores participantes na investigação	178
<b>Quadro 6.4</b>	Caracterização dos professores participantes no estudo.....	179
<b>Quadro 6.5</b>	Histórico da experiência de cada professor participante nos CPIII nas escolas secundárias portuguesas .....	181
<b>Quadro 6.6</b>	Ano(s) e designação do(s) CPIII que cada professor participante leciona no ano letivo 2010-2011.....	182
<b>Quadro 6.7</b>	Protocolo de referencialização.....	185
<b>Quadro 6.8</b>	Sub-dimensões da dimensão ecológica e respetivas sub-questões de investigação.....	191
<b>Quadro 6.9</b>	Referencial de avaliação – Critérios e indicadores da sub-dimensão situação-problema de Modelação Matemática.....	200
<b>Quadro 6.10</b>	Referencial de avaliação - Critérios e indicadores das etapas do processo de Modelação Matemática.....	214

<b>Quadro 6.11</b>	Referencial de avaliação - Critérios e indicadores de conexões intra-matemáticas.....	217
<b>Quadro 6.12</b>	Referencial de avaliação - Critérios e indicadores de conexões interdisciplinares.....	218
<b>Quadro 6.13</b>	Referencial de avaliação - Critérios e indicadores dos fatores condicionantes de índole material.....	221
<b>Quadro 6.14</b>	Referencial de avaliação dos factores condicionantes de outro tipo e de índole social.....	223

## Capítulo VII

---

<b>Quadro 7.1</b>	Diversidade de Programas da disciplina de Matemática.....	230
<b>Quadro 7.2</b>	Distribuição dos temas pelo grupo de Módulos A.....	233
<b>Quadro 7.3</b>	Abordagem contextualizada dos temas.....	233
<b>Quadro 7.4</b>	Plano de estudos do curso profissional de Técnico de Eletrotécnica.....	249
<b>Quadro 7.5</b>	Plano de estudos do curso profissional de Técnico de Manutenção Industrial, variantes de eletromecânica, de mecatrónica, de mecatrónica automóvel e de aeronaves.....	252
<b>Quadro 7.6</b>	Plano de estudos do curso profissional de Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho e Ambiente.....	256
<b>Quadro 7.7</b>	Plano de estudos do curso profissional de Energias Renováveis variantes de Sistemas Solares, de Sistemas Eólicos e de Sistemas de Bioenergia.....	260
<b>Quadro 7.8</b>	Síntese avaliativa da natureza, pertinência, grau de desafio e grau de estrutura das situações-problema S11, S12, S13, S14, S15 e S16.....	281
<b>Quadro 7.9</b>	Síntese avaliativa do processo adotado nas situação-problema S11, S12, S13, S14, S15 e S16.....	282
<b>Quadro 7.10</b>	Síntese avaliativa das conexões intra-matemáticas e interdisciplinares das situações-problema S11, S12, S13, S14, S15 e S16.....	282
<b>Quadro 7.11</b>	Síntese avaliativa dos fatores condicionantes de índole material...	283
<b>Quadro 7.12</b>	Síntese avaliativa da natureza, pertinência, grau de desafio e grau de estrutura das situações-problema S22, S23, S24 e S25.....	304
<b>Quadro 7.13</b>	Síntese avaliativa do processo adotado nas situações-problema S22, S23, S24 e S25.....	304
<b>Quadro 7.14</b>	Síntese avaliativa das conexões intra-matemáticas e interdisciplinares das situações-problema S22, S23, S24 e S25....	305
<b>Quadro 7.15</b>	Síntese avaliativa dos fatores condicionantes de índole material...	305
<b>Quadro 7.16</b>	Síntese avaliativa da natureza, pertinência, grau de desafio e grau de estrutura das situações-problema S31 e S33.....	320
<b>Quadro 7.17</b>	Síntese avaliativa do processo adotado nas situações-problema S31 e S33.....	320
<b>Quadro 7.18</b>	Síntese avaliativa das conexões intra-matemáticas e interdisciplinares das situações-problema S31 e S33.....	321



<b>Quadro 7.19</b>	Síntese avaliativa dos fatores condicionantes de índole material...	321
<b>Quadro 7.20</b>	Síntese avaliativa da natureza, pertinência, grau de desafio e grau de estrutura das situações-problema S41, S42, S43, S44, S45, S46 e S47.....	341
<b>Quadro 7.21</b>	Síntese avaliativa do processo adotado nas situações problema S41, S42, S43, S44, S45, S46 e S47.....	341
<b>Quadro 7.22</b>	Síntese avaliativa das conexões intra-matemáticas e interdisciplinares das situações-problema S41, S42, S43, S44, S45, S46 e S47.....	342
<b>Quadro 7.23</b>	Síntese avaliativa dos fatores condicionantes de índole material das duas aulas.....	342
<b>Quadro 7.24</b>	Síntese avaliativa da natureza, pertinência, grau de desafio e grau de estrutura das situações-problema S51, S52, S53 e S54.....	359
<b>Quadro 7.25</b>	Síntese avaliativa dos processos adotados nas situações-problema S51, S52, S53 e S54.....	360
<b>Quadro 7.26</b>	Síntese avaliativa das conexões intra-matemáticas e interdisciplinares das situações-problema S51, S52, S53 e S54....	360
<b>Quadro 7.27</b>	Síntese avaliativa dos fatores condicionantes de índole material das duas aulas.....	360
<b>Quadro 7.28</b>	Síntese avaliativa da natureza, pertinência das situações-problema S61 e S63.....	374
<b>Quadro 7.29</b>	Síntese avaliativa do processo adotado nas situações-problema S61 e S63.....	375
<b>Quadro 7.30</b>	Síntese avaliativa das conexões intra-matemáticas e interdisciplinares das situações-problema S61 e S63.....	375
<b>Quadro 7.31</b>	Síntese avaliativa dos fatores condicionantes de índole material das duas aulas.....	375

## Capítulo VIII

---

<b>Quadro 8.1</b>	Distribuição das situações propostas por cada professor participante.....	379
<b>Quadro 8.2</b>	Pertinência das situações-problema propostas por cada professor.	382
<b>Quadro 8.3</b>	Avaliação do grau de desafio e do grau de estrutura das situações-problema propostas.....	384
<b>Quadro 8.4</b>	Cumprimento das etapas consignadas no processo adotado pelos professores P1 e P2.....	386
<b>Quadro 8.5</b>	Cumprimento das etapas consignadas no processo adotado pelos professores P3 e P4.....	386
<b>Quadro 8.6</b>	Cumprimento das etapas consignadas no processo adotado pelo professor P5 e P6.....	387
<b>Quadro 8.7</b>	Abrangência de conexões intra-matemáticas.....	390
<b>Quadro 8.8</b>	Abrangência de conexões interdisciplinares.....	391
<b>Quadro 8.9</b>	Síntese da abrangência de conexões intra-matemáticas e interdisciplinares de acordo com a natureza das situações-problema.....	393

<b>Quadro 8.10</b>	Conexões interdisciplinares (componente de formação técnica)....	395
<b>Quadro 8.11</b>	Fatores condicionantes de índole material.....	398

## ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>Abreviaturas e siglas</b>	<b>Designação</b>
ANQ	Agência Nacional para a Qualificação
ANQEP	Agência Nacional para a Qualificação e o Ensino Profissional
APM	Associação de Professores de Matemática
CBR	Calculator Based Ranger
CEDEFOP	European Centre for the Development of Vocational Training
CENFIM	Centro de Formação Profissional da Indústria Metalúrgica e Metalomecânica
COMAP	Consortium for Mathematics and Its Applications
CP	Cursos Profissionais
CPIII	Cursos Profissionais de nível III
CQEP	Centros para a Qualificação e o Ensino Profissional
EFP	Educação e formação profissional
EIMI-Study	Seminário Educational Interfaces between Mathematics and Industry
EOS	Enfoque Ontosemiótico do ensino e aprendizagem da Matemática
EQAVET	Quadro de Referência Europeu de Garantia da Qualidade para o Ensino e a Formação Profissionais
GC	Gestão Curricular
GCM	Gestão Curricular da Matemática
GETAP	Gabinete de Educação tecnológica, Artística e Profissional
ICIAM	Internacional Council for Industrial and Applied Mathematics
ICME	International Congress on Mathematical Educational
ICMI	International Commission on Mathematical Instruction
ICTMA	International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications
IEFP	Instituto de Emprego e Formação Profissional
IESE	Instituto de Estudos Sociais e Económicos

MACS	Matemáticas Aplicadas às Ciências Sociais
ME	Ministério da Educação
MM	Modelação Matemática
NACEM	Núcleo de Apoio à Concretização da Estrutura Modular
NCTM	National Council of Teachers of Mathematics
OCDE	Organization for Economic Cooperation and Development
PRODEP	Programas de Desenvolvimento Educativo para Portugal
QEQ	Quadro Europeu de Qualificações

---

---

# **Parte I – Introdução**



## CAPÍTULO I

### **Apresentação do Estudo**

---

A presente tese centra-se na problemática de uma gestão curricular em particular da Matemática nos cursos profissionais de nível III do ensino secundário, deficitária no desenvolvimento de competências nos futuros profissionais da indústria.

Coletivos de professores e formadores têm expressado inquietações sobre como ensinar e o que privilegiar no ensino da Matemática a cursos profissionais.

As indagações sobre a gestão curricular da Matemática mostram a consciência de que os currículos não são conteúdos prontos a serem transmitidos aos alunos, são antes uma permanente construção dinâmica na planificação de práticas em função da diversidade de contextos concretos e que estão expostas à reinterpretação de acordo com as mutações da sociedade.

As diretrizes curriculares procuram responder às novas exigências que o mercado de trabalho impõe para os jovens que nele ingressam. Por sua vez, as demandas do mercado de trabalho e da sociedade, constituem os referenciais para o que ensinar e aprender.

Não se conhecendo na literatura estudos análogos em Portugal e sendo esta realidade relativamente recente nas escolas secundárias nacionais, a presente investigação procura deixar a descoberto as práticas dos professores através de um processo avaliativo, com evidente interesse para os aspetos que distinguem ou pautam a gestão curricular da Matemática nos referidos cursos.

De seguida, o presente capítulo abre com uma breve apresentação do contexto e principais razões que motivaram a realização do estudo, enunciando-se depois a questão de investigação e os objetivos que se pretendem ver alcançados. Feita a apresentação e a contextualização genérica do propósito da investigação, importa narrar como se irá estruturar a tese.

### 1.1. Da problemática à pertinência da investigação

No sentido de dar cumprimento ao exigido pelo Conselho Europeu, ou seja, “os sistemas de educação e formação adaptarem-se às exigências da sociedade do conhecimento e da empregabilidade de qualidade”, Portugal procurou colmatar a existência de um número insuficiente de cursos profissionais (CP), autorizando que estes ocorressem nas escolas secundárias nacionais, pela Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de maio, alterada pela Portaria n.º 707/2006, de 10 de agosto (União Europeia, 2002a).

Alterou-se, neste sentido, o desenho curricular e expandiu-se a oferta de formação profissional vigente no sistema de ensino regular, particularmente na vertente do ensino profissional, que imperava, desde a década de 80, exclusivamente nas escolas profissionais.

Os cursos profissionais de nível III (CPIII) constituem uma modalidade particular de educação que pretende responder às necessidades educativas dos jovens que desejam aprender uma profissão, certificando-os académica e profissionalmente e, neste âmbito, prover o tecido empresarial de mão-de-obra qualificada - Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de março. Estas medidas visam o aumento da qualificação das populações como resposta às exigências dos mercados de trabalho, onde predomina a aceleração tecnológica e a consequente reorganização dos processos produtivos com implicações ao nível do desempenho profissional.

As novas diretrizes curriculares para a Gestão Curricular da Matemática (GCM), nestes cursos, ampliam responsabilidades ao professor, na medida em que lhe exigem a exploração de novas abordagens didáticas e a integração de novos conhecimentos, de modo a aproximar a Educação Matemática ao contexto real e, mais em particular, ao mundo profissional.

Neste sentido, a necessidade de uma relação colaborativa e cooperativa entre o sistema educativo/formativo e o sistema de emprego e mercado de trabalho decorre da procura de estratégias coesas ao nível da tomada de decisões, em particular na planificação e implementação da GCM, com vista à compreensão das necessidades de formação Matemática para a resolução dos problemas em contexto industrial.



Somente com uma GCM atenta às necessidades de mão-de-obra qualificada dos jovens que pretendem ingressar no mercado de trabalho, se pode maximizar tal relação. Esta relação incorre no facto de a formação dever estar ligada às especificidades do contexto profissional, facto que pressupõe uma ancoragem entre a GCM e as exigências inerentes à formação de novos perfis profissionais.

Como refere Sá-Chaves (2000, p. 179), a reflexão compartilhada “pode constituir-se (...) de grande valia formativa pelo efeito de diversificação, estimulação, contrastação e aferição que outros modos (...) de interpretar (...) os problemas podem aduzir aos processos de reflexão individual”.

É no contexto do ensino profissional nas escolas secundárias portuguesas, em particular nos CPIII, que o processo de avaliação da GCM, que se irá operacionalizar, deve ser entendido como a oportunidade de se refletir sobre a eficácia dessa relação, em prol de uma GCM apropriada e harmonizada. O processo avaliativo constitui, uma reflexão aprofundada da realidade dos CPIII, contemplando a dupla função de diagnóstico e de processo de melhoria da qualidade, considerando a estreita relação entre avaliação e qualidade (Genesini, 2003).

O exposto fundamenta, a pertinência da avaliação da GCM nos CPIII que, atentando na importância de todas as suas fases, será operacionalizada na gestão instituída, com referência nas diretrizes curriculares expressas no programa da Matemática para estes cursos, na gestão intencional, onde o currículo da Matemática é interpretado, programado e planificado, e na gestão implementada, que se traduz na prática de sala de aula (Godino, 2011; Ponte, 2005; Stein, Remillard, & Smith, 2007).

O estudo assenta, pois, na convicção relativamente ao papel de relevo que o processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Matemática desempenha no desenvolvimento de competências, inerentes a um perfil profissional.

A pertinência do estudo é por conseguinte sustentada na revisão da literatura em particular na Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) que aponta para o défice na qualidade de Educação Matemática nos profissionais da indústria (OCDE, 2008). É também referida a falta de formação dos professores em contexto industrial (Cravino, 2003) e de acordo com a National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) a incapacidade que muitos docentes têm em apresentar a Matemática aplicada a situações laborais, isto é, promovem uma GCM pouco utilitária, assíncrona com as

aplicações industriais (NCTM, 2001), impossibilitando, portanto, mudanças curriculares de cariz pedagógico.

Aludindo ao perspectivado por Barbier (1990), a avaliação surge no presente estudo, pela necessidade de valorizar a função social do ensino profissional, não só por via de um juízo de valor como também por uma reflexão contínua sobre a problemática apresentada.

A problemática acima descrita encerra o problema - em que medida a GCM (instituída, intencional e implementada) contribui para o desenvolvimento de competências inerentes ao perfil profissional, determinantes para o desempenho profissional, isto é, pretende-se avaliar em que medida as interações expressas nos referentes têm a sua representação nas orientações curriculares proferidas no programa da disciplina de Matemática para os CPIII, e na GCM dos professores participantes no estudo.

Uma GCM contextualizada implica que se estabeleça uma dinâmica cooperativa e colaborativa entre os diversos intervenientes educativos e a comunidade na procura de caminhos que atendam às necessidades industriais de mão-de-obra qualificada. É neste quadro de ação que o professor assume um papel determinante na gestão do currículo, em geral, ao nível da escola e, em particular, na sala de aula. Porém, o que parece persistir é alguma dissonância entre a aceitação desta interdisciplinaridade e o que realmente acontece na sala de aula.

Com efeito, a problemática acima descrita, é também corroborada, internacionalmente, no Seminário Educational Interfaces between Mathematics and Industry (EIMI-Study) organizado pela International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) e pela International Council for Industrial and Applied Mathematics (ICIAM) cujos trabalhos contemplaram a análise das interações entre a Educação Matemática e as aplicações industriais, atendendo aos pressupostos: “(1) Existem ligações/conexões entre a Inovação, Ciência, Matemática e a produção e distribuição de bens e serviços na sociedade; (2) Em virtude dessas conexões, existe a necessidade de uma análise e reflexão fundamental sobre as estratégias para a educação e formação dos alunos e o desenvolvimento de novos perfis profissionais” (ICMI-ICIAM, 2008). A ICMI e a ICIAM desenvolvem, pois, um projeto comum no sentido de procurar aspetos educacionais convergentes entre a Matemática e a Indústria. O projeto tem como propósito a partilha de pesquisas, trabalhos teóricos, projetos e experiências, assim como a reflexão conjunta entre investigadores e profissionais de todo o mundo.

Em brevíário, os aspetos deficitários que pautam a GCM, nos CPIII e a inexistência de investigações neste âmbito, constituíram uma alavanca impulsionadora para a concretização da presente investigação, que deve ser entendida como um contributo para a qualidade do ensino profissional, em particular, dos CPIII do ensino secundário.

## 1.2. Questão de investigação e objetivos

Ao equacionar os problemas que têm pautado a GCM nos CPIII do ensino secundário, considerou-se indispensável desenvolver um processo de avaliação que permitisse expor os principais aspetos que pautam o seu desenvolvimento, em prol da sua qualidade, pois entende-se aqui a avaliação como o procedimento que enforma a eficácia de um determinado projeto social e humano.

Este trabalho de investigação destina-se assim a avaliar a GCM nos CPIII, ao nível dos normativos e conhecer o modo como os professores concretizam o currículo ao nível da planificação e implementação em sala de aula.

É na sequência do exposto, e no contexto da gestão flexível do currículo de Matemática para os CPIII em escolas secundárias portuguesas, que se enquadra a presente investigação, centrada em torno da seguinte questão de investigação:

### Questão de Investigação

Em que medida a GCM, instituída, intencional e implementada nos CPIII contempla situações-problema, suscetíveis de promover o desenvolvimento de competências no aluno, relevantes para o seu desempenho profissional?

Para se responder à questão de investigação consideraram-se as seguintes sub-questões:

**Q1:** São contempladas situações-problema de natureza de Modelação Matemática?

**Q2:** É atendida a pertinência das situações-problema?

**Q3:** O grau de desafio e o grau de estrutura das situações-problema propostas são adequados?

**Q4:** O processo de modelação matemática segue um ciclo integral com o relevo adequado?

**Q5:** São contempladas conexões com outros conteúdos do programa de Matemática para os CPIII?

**Q6:** São contempladas conexões com outras disciplinas que integram as componentes de formação da matriz curricular do CPIII?

**Q7:** São contempladas conexões com a componente de formação técnica do curso?

**Q8:** Que fatores de índole social, material, ou outro tipo, condicionam a abordagem das situações-problema e fundamentam a GCM?

Com o presente estudo pretendeu-se alcançar os seguintes objetivos:

### **Objetivo 1**

Aprofundar a compreensão dos fundamentos subjacentes aos CPIII, numa lógica de articulação entre a GC a estes cursos e o futuro contexto profissional.

### **Objetivo 2**

Construir um instrumento de avaliação (referencial de avaliação), recorrendo a fundamentos da literatura em particular do marco teórico Enfoque Ontosemiótico do ensino e aprendizagem da Matemática (EOS), perspetivando a qualidade da GCM nos CPIII.

### **Objetivo 3**

Avaliar a GCM nos CPIII (gestão instituída, intencional e implementada), ou seja, identificar características nas orientações curriculares expressas no programa da

disciplina de Matemática, que constituem o contributo para a desejável promoção de competências nos alunos que frequentam os CPIII, e a sua tradução na GCM pelos professores participantes;

#### Objetivo 4

Desenhar situações-problema de natureza de Modelação Matemática no estudo de funções diversas, cuja essência cumpre os critérios contemplados no referencial de avaliação de suporte ao presente estudo, evidenciando a *interface* entre a Matemática e a Indústria.

### 1.3. Caracterização e síntese metodológica da investigação

No sentido de concretizar os objetivos que se propôs, empreendeu-se uma investigação predominantemente qualitativa e avaliativa do tipo estudo de caso. A investigação circunscreve-se a um único contexto (os CPIII) e a um único caso (a GCM nos CPIII). Para a análise do caso foram selecionadas sete unidades integradas de análise, a saber: a GCM de cada um dos professores participantes e a GCM instituída sustentada no programa da Matemática para os CPIII. O desenvolvimento da investigação incorporou a participação de seis professores, cuja GCM intencional e implementada foi avaliada através da observação direta de aulas com cedência prévia das respetivas planificações pelos professores participantes.

A relevância social, económica e educativa do presente processo avaliativo através de um estudo de caso, deve ser vista como oportunidade de pensar a GCM, em auxílio das mudanças no sistema educativo que conferem à escola e em particular ao professor a responsabilidade da Gestão Curricular (GC) em conformidade com um quadro regulador (Roldão, 2003).

A investigação assumiu um rumo alicerçado na filosofia fenomenológico-naturalista, onde a avaliação se operacionalizou em contexto natural, sem que se manipulasse os acontecimentos, isto é, os fenómenos ocorreram de forma gradual, sem qualquer interferência do investigador (Yin, 2010).

Atendendo a que se está perante o propósito de realizar um estudo de avaliação, o enquadramento metodológico da investigação, assentou no método *Estudo de Caso* tal como recomenda Yin (2010). O *Estudo de Caso* assumiu uma ancoragem da investigação ao saber ‘como’ e ‘porquê’. Centrando-se no “como”, pretendeu-se verificar como é operacionalizada a GCM nos CPIII e os fundamentos que justificam as ações concretizadas, isto é, na interpretação e discussão dos resultados serão explicitadas as causas que parecem determinar as práticas que foram observadas (Almeida & Freire, 2000).

Apoiando-nos no proferido por Coutinho e Chaves (2002), recorreu-se a fontes múltiplas de dados e a métodos de recolha diversificados, nomeadamente: observações diretas, inquérito por questionário, documentos, entre outros. Teve-se também em atenção que “o método estudo de caso permite que os investigadores retenham as características holísticas e significativas dos eventos da vida real” (Yin, 2010, p.24). A recolha de dados através dos métodos referidos ocorreu em ambiente natural, como é característico do estudo de caso (Yin, 2010). Assim, depois de uma análise particular da GCM de cada professor participante, procedeu-se à análise holística, global, que forneceu uma compreensão abrangente do caso em estudo.

Teve-se como propósito a validade da investigação, facto que justifica o recurso a sete unidades de análise, para a verificação de conclusões e, por conseguinte, a possibilidade de estabelecimento de um paralelismo com outros estudos internacionais no mesmo contexto temático.

A diversidade de métodos de recolha de dados visando a sua triangulação como é característico do estudo de caso, foi implementada de forma intencional onde a apresentação dos resultados aos professores participantes sucedeu à observação de aulas, para validação dos resultados emergentes da avaliação.

A avaliação configurou-se num primeiro momento através do protocolo de referencialização, tal como a entende Figari (1996) na dupla funcionalidade de avaliação e construção/planificação. O processo de referencialização da GCM nos CPIII do ensino secundário, culminou no referencial de avaliação que ancora os preceitos teóricos expressos na literatura da especialidade e mais em particular nos fundamentos presentes no marco teórico EOS.

O processo de validação do referencial de avaliação foi substanciado no desenho de uma situação-problema que traduzisse a sua apropriação na sua função de orientação da planificação da GCM no que concerne à Modelação Matemática (MM), na abordagem particular da temática da função quadrática. Seguidamente procurou-se o olhar crítico de especialistas no domínio da área educacional, em particular da GCM e da avaliação, possibilitando assim a deteção de aspetos que suscitasse ambiguidades e por conseguinte reclamassem a necessidade de reestruturações pontuais.

#### **1.4. Estrutura da tese**

A presente investigação visou avaliar a GCM com ênfase no contributo que ela possa fomentar para o desenvolvimento das competências necessárias ao desempenho de uma profissão.

Esta pretensão culminou na redação da tese que dá corpo à presente investigação. Assim, o Capítulo I contempla de forma sucinta, a apresentação do estudo, com a explicitação do contexto, a sua pertinência, as finalidades, a questão de investigação e objetivos, a caracterização e síntese metodológica da investigação e por fim a estrutura da tese.

No segundo capítulo afigura-se a contextualização do estudo para a compreensão dos fenómenos educativos nacionais, que determinaram a criação, a filosofia e o modelo pedagógico dos cursos profissionais nas escolas secundárias nacionais, numa lógica de articulação entre a GC a estes cursos e o futuro contexto profissional.

Os Capítulos III, IV e V compõem o enquadramento teórico, que estabelece o pano de fundo sobre o qual se construiu o referencial de avaliação.

No estudo empírico, capítulo VI, encontra-se a descrição da metodologia adotada e sua fundamentação, atendendo à natureza do estudo. Assim, apresenta-se as fases do estudo, técnicas na recolha de dados empíricos e técnicas na análise e tratamento de dados empíricos. Há referência ao protocolo de referencialização como prática de Avaliação da Gestão Curricular da Matemática nos Cursos Profissionais de nível III.

A apresentação dos resultados da avaliação da GCM institucional e intencional e implementada pelos seis professores participantes ocupa o capítulo VII, seguido da análise holística no capítulo VIII.

O capítulo IX encerra as conclusões no qual é apresentada uma sinopse dos resultados condutores à resposta à questão de investigação.

Por fim é apresentado o suporte bibliográfico com as referências consultadas e por conseguinte citadas ao longo da tese.



---

## **Parte II – Contextualização do estudo**



## CAPÍTULO II

### **Os Cursos Profissionais de nível III no ensino secundário em Portugal**

---

O presente capítulo visa aprofundar a compreensão dos fundamentos subjacentes aos CPIII, numa lógica de articulação entre a GC a estes cursos e o futuro contexto profissional (Objetivo 1 elencado para a presente investigação).

Compreende uma caracterização da oferta formativa, objeto do presente estudo – Cursos Profissionais de nível III do ensino secundário em Portugal e uma sintética abordagem sobre os fundamentos que nortearam a criação dos cursos profissionais no ensino português e conseqüentemente nas escolas secundárias. Alude-se igualmente às especificidades, princípios e estrutura que caracterizam esta via profissionalizante.

O conceito de competência surge no quadro do ensino profissional como eixo organizador, facto que justifica no presente capítulo, uma abordagem das implicações do conceito na GCM, isto é, uma reflexão sobre a forma como o conceito está a ser interpretado e apropriado, tanto nos normativos legislativos, como pelos professores na GCM no contexto dos CP.

## 2.1. Antecedentes da criação dos Cursos Profissionais: A qualificação da população portuguesa

A educação é uma importante condição do desenvolvimento pessoal e, por isso, um fator decisivo para o aproveitamento do investimento em formação. Com efeito, o nível de escolaridade e a literacia são fatores decisivos para a capacidade de aprofundar trajetórias de aprendizagem e de maximizar a eficácia de investimentos formativos (Comissão Europeia, 2002).

Além disso, a Unesco tem alertado para que a promoção do acesso à educação, contribua para proporcionar melhores níveis de participação cívica, política e cultural.

Pelos indicadores da evolução das qualificações da população em Portugal presentes no quadro 2.1, nos anos setenta, Portugal mantinha uma taxa de analfabetismo de 26% da sua população e adotava uma escolaridade básica de seis anos, que tinha como contraponto nos países europeus mais desenvolvidos taxas de escolarização secundária na ordem dos 80% (Instituto Nacional de Estatística, 2001).

**Quadro 2.1 - Recenseamentos gerais da População**

	1961	1971	1981	1991	2001
Taxa de analfabetismo	33	26	19	11	9
Alunos do ensino superior/população entre os 18 e os 22 anos	4	7	11	23	53
% da população com nível de instrução médio ou superior	0,8	1,6	3,6	6,3	10
Taxa de escolarização aos 18 anos	-	-	30	45	62

Fonte: Recenseamentos gerais da População, GIASE, Estatísticas da Educação. (Instituto Nacional de Estatística, 2001)

Embora a Lei de Bases do Sistema Educativo, publicada em 1986, estabeleça em nove anos a escolaridade obrigatória, os dados relativos ao número de anos de escolarização da população adulta nos países da OCDE confirmam que Portugal ainda se encontrava distante do objetivo de recuperar o grau de escolarização da população

portuguesa, como se constata no quadro (Quadro 2.2) que apresenta a média de anos de escolarização da população adulta.

**Quadro 2.2 - Média de anos de escolarização da população adulta**

<b>Países</b>	<b>Media</b>
Noruega	13,8
Dinamarca	13,6
Alemanha	13,4
Luxemburgo	13,4
Finlândia	12,1
França	11,5
Grécia	10,5
Espanha	10,5
Turquia	9,6
México	8,7
<b>Portugal</b>	<b>8,2</b>
<b>Média OCDE</b>	<b>12,0</b>

Fonte: Recenseamento Geral da População, 1991 e 2001. (OCDE, 2005)

Repare-se nos índices expressos no quadro 2.3. da população com idades entre os 18 e os 24 anos que não frequentava em Portugal qualquer grau de ensino, entre 1991 e 2001.

**Quadro 2.3 - Índice de população portuguesa (18 e os 24 anos) que não frequenta qualquer grau de ensino entre 1991 e 2001**

	<b>1991</b>		<b>2001</b>	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%
<b>População total 18-24 anos</b>	1.097.208	100	1.083.320	100
Sem o 3.º ciclo completo	594.004	54	266.052	25
Sem o secundário completo	104.560	10	219.155	20
Total inferior ao secundário	698.564	64	485.207	45

Fonte: Recenseamento Geral da População, 1991 e 2001. (Instituto Nacional de Estatística, 2001)

Conforme é possível observar no quadro 2.4, se em 2001 a taxa de abandono escolar e de saídas antecipadas e precoces apresentava uma expressão quase residual, os valores relativos ao número de jovens entre os 18 e os 24 anos que saíam da escola sem completar o ensino básico ou o ensino secundário eram ainda muito significativos.

**Quadro 2.4 - Índice de abandono escolar e saídas antecipadas e precoces da população portuguesa**

	1991	2001
<b>Abandono Escolar</b> (alunos dentro da escolaridade obrigatória)		
10-15 anos - Sem 3.º Ciclo Ensino Básico	13	3
<b>Saída Antecipada</b> (alunos fora da escolaridade obrigatória)		
18-24 anos - Sem 3.º Ciclo Ensino Básico	54	25
<b>Saída Precoce</b> (alunos fora da escolaridade obrigatória)		
18-24 anos - Sem Ensino Secundário	64	45

Fonte: Recenseamento Geral da População - 1991 e 2001. (Instituto Nacional de Estatística, 2001)

Este fenómeno permaneceu num processo de não regressão, tendo, aliás, aumentado, dado o enorme insucesso que, de modo persistente, se verificava no ensino secundário – desde 1995 até pelo menos 2003, que as taxas de retenção se concentravam, sem grande variação, em cerca de 35%.

**Quadro 2.5 - Evolução das taxas de retenção e de desistência da população portuguesa**

	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
<b>Ensino Básico</b>	13,8	15,2	13,8	13,2	12,6	12,7	13,6	13,0
<b>Ensino Secundário</b>	33,1	35,7	35,6	36,0	36,8	39,4	37,4	33,7

Fonte: Evolução das taxas de retenção e de desistência da população portuguesa GIASE, Estatísticas da Educação. (Instituto Nacional de Estatística, 2001)

Visto que o ensino secundário constitui um patamar educacional com forte expressão na estrutura das habilitações escolares da população dos países com melhores índices de desenvolvimento, como uma das condições indispensáveis de suporte às exigências de desenvolvimento das economias baseadas no conhecimento, a Comissão Europeia estabeleceu como objetivo a alcançar até 2010, que, 85% das pessoas com 22 anos de idade na União Europeia completassem o ensino secundário (Comissão Europeia, 2002). Em resultado, todas as políticas educativas portuguesas subjacentes tiveram e têm como propósito a equiparação de todos os indicadores à média dos restantes países da OCDE.

## **2.2. Princípios norteadores da criação dos Cursos Profissionais no ensino secundário português**

A educação assume um papel determinante no desenvolvimento económico através do capital humano, o que levou o Conselho Europeu de Março de 2000, realizado em Lisboa, a referir a necessidade de se tomarem medidas que respondam à globalização assente numa economia do conhecimento mais dinâmica e competitiva, capaz de criar melhores condições empregadoras e por conseguinte mais união social. Essas medidas que constam do Projeto de Relatório do Conselho de Educação para o Conselho Europeu “Os objetivos futuros concretos dos Sistemas de Educação e Formação, 2001, passam pela: (1) Transformação da natureza do trabalho e das qualificações e competências necessárias para o exercício de uma profissão; (2) Alteração da estrutura demográfica europeia; (3) Luta contra as desigualdades sociais; (4) Alargamento da União Europeia.

Assim, é conferido à União Europeia o objetivo estratégico de se transformar numa sociedade do conhecimento mais dinâmica e competitiva, sendo o desenvolvimento da formação profissional um elemento determinante.

Esta supremacia viria a ser reafirmada pelo Conselho Europeu de Barcelona, em Março de 2002, que estabeleceu como objetivo fazer da educação e da formação europeia, até 2010, uma referência mundial com uma mais estreita cooperação no âmbito da formação profissional (União Europeia, 2002b).

Para concretização do exposto, nos sistemas educativos um pouco por toda a União Europeia foram sendo implementadas reformas, para dar resposta às novas exigências e a alunos com diferentes necessidades escolares.

Para Portugal, face ao desequilíbrio comparativamente com os restantes países da União Europeia, em termos de educação, fixou-se como meta a diminuição da taxa de abandono escolar e insucesso, assim como o aumento da escolaridade obrigatória e a disseminação das tecnologias de informação e comunicação. Para tal, propôs-se o reforço da escolarização ao nível do ensino secundário, com vista ao incremento da produtividade alicerçada na melhoria da qualidade laboral e no uso das tecnologias de informação e comunicação. Este propósito mereceu especial atenção, constituindo uma prioridade de intervenção no acordo da política de Emprego, Mercado de Trabalho, Educação e Formação, celebrado entre o Governo e os Parceiros Sociais em Fevereiro de 2001, com vista à diminuição do défice de escolarização e de qualificação profissional (Comissão Europeia, 2002).

A fim de dar cumprimento ao definido para Portugal, ou seja, até 2010, pelo menos 50% dos jovens portugueses frequentarem as vias profissionalizantes do ensino de nível secundário (cursos profissionais, cursos tecnológicos, cursos de educação e formação e cursos de aprendizagem), procurou-se colmatar a inexistência de um número suficiente de cursos profissionais para estancar o fluxo de jovens que abandonavam o ensino precocemente (Comissão Europeia, 2002).

Neste âmbito, na reforma do ensino secundário português, instituiu-se pelo Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março (retificado pela Declaração de Retificação n.º 44/2004, de 25 de Maio, e alterado pelo Decreto-Lei n.º 24/2006, de 6 de Fevereiro, alterado pela Declaração de Retificação n.º 23/2006, de 7 de Abril), os princípios orientadores da organização e da gestão curricular, bem como da avaliação e certificação das aprendizagens dos diversos percursos do nível secundário de educação. O referido decreto integra os cursos profissionais nas ofertas de formação e aprendizagem de nível secundário, com a possibilidade de se constituírem como oferta formativa em todas as instituições educativas de nível secundário. Esta possibilidade, que visava o aumento da oferta educativa, consolidou-se na Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio (alterada pela Portaria n.º 797/2006, de 10 de Agosto). Nela são apresentadas as diretrizes, que regulamentam a criação, organização e gestão do currículo, bem como a avaliação e certificação das aprendizagens dos CP de nível secundário.

Com estas medidas, o governo português procurou atender às metas elencadas, através da expansão do ensino profissional, propondo-se acompanhar o seu crescimento,



sustentado e conjugando para tal sinergias, recursos e inovação numa parceria entre o próprio Estado, a comunidade educativa, a comunidade civil e o mundo empresarial.

Em termos práticos, criaram-se as linhas de intervenção para uma sociedade da aprendizagem através do reconhecimento de competências para o desempenho de uma profissão, com a expansão e diversificação da oferta formativa profissionalizante na rede pública.

### **2.3. Enquadramento conceptual dos Cursos Profissionais de nível III**

Tendo em conta que a presente investigação inscreve-se no contexto dos CPIII do ensino secundário, a abordagem que a seguir se apresenta circunscreve esse contexto.

Entende-se por CPIII o conjunto de aprendizagens de natureza sociocultural, científica e técnica, organizadas em módulos e com a duração de três anos letivos. São vocacionados para jovens, privilegiando a sua inserção no mundo do trabalho e simultaneamente permitem o prosseguimento de estudos. Estes cursos conferem diploma de conclusão do ensino secundário e certificado de qualificação profissional de nível III (Gonçalves & Martins, 2006, p. 9).

Os CPIII, pela definição patente no Decreto-Lei nº 74/2004, de 26 de Março, constituem uma modalidade de educação que procura responder às necessidades educativas dos jovens que queiram aprender uma profissão, certificando-os academicamente e profissionalmente, e simultaneamente prover o tecido empresarial com mão-de-obra qualificada.

Atendendo à política educativa subjacente à criação dos CP, o Governo estabeleceu o reforço do ensino profissionalizante de dupla certificação com o objetivo de o número de vagas nas vias profissionalizantes passar a representar metade do total de vagas do nível secundário. Tornar o 12º ano de escolaridade o patamar mínimo de escolarização dos jovens que saiam dos sistemas de educação e formação, garantindo que os trajetos de qualificação profissional possibilitem, em simultâneo, uma certificação escolar e uma certificação profissional, tornou-se uma emergência.

Com o envelhecimento da força de trabalho ao nível europeu, além da concomitante meta de elevar o nível de emprego, a demanda do sistema de ensino nacional estava aberto à mudança. Por este motivo o país não se podia dar ao luxo de perder jovens

do sistema de ensino. Assim, numa política de europeização dos sistemas educativos, em prol de uma coesão social e qualificação dos recursos humanos, no ano 2006 em Portugal, criaram-se 450 CP em 180 escolas secundárias, visando o propósito de duplicar a oferta de CP, com incidência nas áreas relacionadas com serviços e tecnologias (Antunes, 2004).

Salienta-se, como se observa no quadro seguinte (Quadro 2.6), que apesar de nos primeiros anos a adesão dos alunos ter sido tímida, desde 2004 assiste-se a um crescimento do número de alunos a frequentar os CPIII, tendo em 2007, a partir da dinâmica gerada pelas “Novas Oportunidades<sup>1</sup>”, ocorrido o “boom” de matrículas nesta via de ensino, como se depreende do quadro seguinte:

**Quadro 2.6 – Evolução do número de alunos a frequentar as diversas vias de ensino secundário**

Anos	Modalidade de ensino								
	Total	Cursos Técnico-Profissionais / Cursos Tecnológicos	Cursos Complementares		Via de Ensino / Cursos Gerais	Cursos de Aprendizagem	CEF	Cursos Profissionais de Nível 3	Recorrente e outras
			Liceal	Técnicos					
1994	438.300	61.698	53.605	15.472	281.476	//	//	22.339	3.710
1995	457.194	69.644	58.174	14.747	280.900	//	//	26.198	7.531
1996	477.221	86.891	46.025	10.407	296.787	//	//	25.234	11.877
1997	458.232	83.419	16.882	4.169	294.168	//	//	26.686	32.908
1998	442.783	81.617	5.152	1.119	287.895	//	//	28.380	38.620
1999	421.005	74.973	211	//	272.838	//	//	27.995	44.988
2000	417.705	69.029	//	//	265.601	//	//	29.100	53.975
2001	413.748	65.971	//	//	242.452	//	//	30.668	74.657
2002	397.532	59.286	//	//	224.641	//	//	33.799	79.806
2003	385.589	54.975	//	//	214.242	//	2.353	33.587	80.432
2004	382.212	53.831	//	//	212.927	//	2.877	34.399	78.178
2005	376.896	60.697	//	//	206.133	//	2.832	36.765	70.469
2006	347.400	53.384	//	//	188.764	//	3.422	36.943	64.887
2007	356.711	44.532	//	//	196.149	//	5.224	47.709	63.097
2008	349.477	27.361	//	//	196.337	//	8.425	70.177	47.177
2009	498.327	22.039	//	//	195.688	13.584	4.388	93.438	169.190
2010	483.982	16.543	//	//	197.711	17.619	2.320	107.266	142.523
2011	440.895	15.288	//	//	198.085	18.669	2.117	110.462	96.274

Fontes: Entidades: DGEEC/MEC, PORDATA.

Os números são reveladores. Em Portugal no ano 2007 cerca de 47.709 alunos frequentavam o ensino profissional de nível III, tendo esse valor quase duplicado em 2008, com o registo de matrículas a chegar aos 70.177.

<sup>1</sup> O programa “Novas Oportunidades” foi uma iniciativa do Governo Português, com vista a facilitar o acesso à escolaridade por parte da população, visando o aumento da percentagem de escolaridade em Portugal.

A valorização do ensino profissional, como um percurso alternativo ao ensino regular, tem sido uma prática nos últimos anos, sobretudo pela expansão da oferta educativa. Contudo, apesar das medidas levadas a cabo, Portugal ainda era o Estado da União Europeia com a percentagem mais baixa de alunos a frequentar o ensino profissional, visto que apenas 27,8% dos alunos frequentavam os cursos tecnológicos ou profissionais, quando a maioria, 54,4% dos jovens europeus, optava pela via profissionalizante (Comissão Europeia, 2002).

É portanto imperioso, superar os défices estruturais de formação e de qualificação que Portugal apresenta. Esta questão pressupõe uma intervenção política, focada, determinada, continuada a um ritmo acelerado, sem a qual não é possível alcançar uma sociedade plenamente desenvolvida em todas as suas dimensões.

De acordo com dados do Ministério do Trabalho e Solidariedade, Portugal necessita de mais 150 mil técnicos qualificados. Espera-se, portanto, que as ofertas educativas/formativas correspondam de forma mais adequada tanto aos interesses e expectativas dos jovens como às necessidades do mercado de trabalho.

Os CP apostam na ligação ao meio social e económico local, articulando as ofertas disponibilizadas pelas escolas com as necessidades de formação das empresas de cada região para integrar os jovens no mercado de trabalho, como profissionais completos, esclarecidos, participativos e com formação atualizada.

Dotar o mercado de trabalho de mão-de-obra qualificada, na perspetiva de D'Ávila (2010), constitui uma premissa para responder às rápidas transformações tecnológicas que operam nas empresas.

#### **2.4. Modelo pedagógico dos Cursos Profissionais de nível III**

A integração dos CP nas escolas secundárias nacionais tem-se revelado por vezes problemática. Uma questão de fundo que se coloca, diz respeito à filosofia e estrutura do que distingue o ensino secundário regular do ensino secundário profissional.

A formação ministrada nos CP tem uma finalidade totalmente distinta da formação ministrada nos cursos científico-humanísticos e tecnológicos. Nos CP forma-se para um perfil profissional, que é o conjunto de competências necessárias ao desempenho de uma

profissão, ou família de profissões, inserida numa determinada área de atividade (Ministério da Educação, 2004a).

A ênfase é colocada na preparação para a vida ativa e a integração dinâmica no mundo do trabalho pela aquisição de competências profissionais necessárias não só ao desempenho profissional, como também ao desempenho de uma cidadania ativa. Assim, espera-se que a escola ministre essa formação, sendo os sistemas de formação profissional sistematicamente alvo de questionamento quanto à sua eficácia e conformidade com os processos de trabalho e inovação tecnológica.

Evocando as palavras de Cardim (1999), o objetivo desta modalidade de ensino é constituída por intervenções, escolares e extraescolares que visam uma formação caracterizada de formação inicial que se destina a conferir uma qualificação profissional certificada, e a preparar para a vida adulta e profissional.

Na perspetiva de Azevedo (2000), o ensino profissional propende para:

(...) a preparação para ocupações profissionais qualificadas e altamente qualificadas, compreendendo usualmente os estudos práticos e profissionais, a formação em alternância e também outras formas de combinação entre a formação na escola e a formação na empresa, os programas de formação-emprego. (pp.38-39)

Outro aspeto que difere o ensino profissional do ensino secundário regular é o modelo pedagógico. O ensino profissional assenta numa estrutura modular imposta internacionalmente para os sistemas de formação (ver por exemplo sistema de ensino profissional Finlandês) e que constitui a forma como estão organizadas as disciplinas da matriz curricular, em que o conjunto de módulos ou unidades de aprendizagem autónomas, que a constituem estão integradas num todo coeso, permitindo ao aluno a aquisição de competências através de atividades cuidadosamente concebidas, respeitando a individualidade pedagógica de cada aluno (Canhão, Gonçalves & Marreiros 1999).

Em virtude deste modelo nunca ter sido aplicado no ensino secundário regular e os professores não terem recebido formação nesse âmbito, parece que o que vem ocorrendo é muitos deles verem-se impelidos a operacionalizar o currículo à luz da sua experiência, construída a partir de outros modelos pedagógicos, com orientações totalmente díspares das que presidem à estrutura modular dos CP.

O ensino profissional incide na preparação científica e técnica para o exercício de uma profissão, privilegiando o desenvolvimento de competências que visam a inserção no mercado de trabalho. Isto significa que, a mobilidade entre as várias modalidades de ensino deve permitir que todos os alunos que abandonem o sistema de ensino disponham das competências básicas para o desempenho de uma profissão (Ministério da Educação, 2004a).

A ênfase colocada no desenvolvimento de competências para a formação de um perfil profissional aparece preponderante nos discursos orais e nos documentos escritos orientadores da GC para esta via profissionalizante, facto que justifica o presente estudo.

Os programas das disciplinas dos CP, são documentos de referência, como patamares de estruturação a serem analisados e interpretados para se atender ao objetivo da formação de um perfil profissional à saída do curso, isto é, apesar da real semelhança em relação aos demais programas, está-se perante um outro paradigma curricular, onde a exploração dos conteúdos programáticos deve ser feita em função do perfil profissional.

Os CP visam o sucesso educativo dos alunos ao nível social, pessoal e profissional, destinando-se aos que têm por aspiração ingressar no mercado de trabalho após a conclusão do 12.º ano de escolaridade, valorizando-se, para isso, o desenvolvimento de competências para o desempenho de uma profissão (Gonçalves & Martins, 2006).

Os princípios orientadores da GC presentes no Despacho Conjunto n.º 453/2004, de 27 de julho, prefiguram ofertas educativas e formativas diversificadas que procuram assegurar respostas de qualidade e adequadas às necessidades do mercado de trabalho e dos interesses dos alunos, para fazer face ao elevado número de jovens em situação de abandono escolar e em transição para a vida ativa, em particular os que entram precocemente na vida ativa com níveis insuficientes de formação escolar e de qualificação profissional. Estes propósitos concorrem para a concretização de respostas educativas e formativas, de acordo com as diretrizes do Plano Nacional de Prevenção do Abandono Escolar.

Sintetizando, os CP pautam-se pelo carácter predominantemente profissionalizante, que deve ser entendido de diferenciação pedagógica. Assim, constitui grave lacuna pensar-se que os alunos das três vias de ensino secundário (Cursos Científico-humanísticos - prosseguimento de estudos; Cursos Tecnológicos - inserção no mundo do trabalho e prosseguimento de estudos e Curso Profissionais – Formação de um perfil profissional,

para inserção no mundo do trabalho com possibilidade de prosseguimento de estudos) têm que receber o mesmo nível de formação.

Para a eficácia dos CP, recomenda-se que as equipas pedagógicas adotem um modelo pedagógico assente no apoio, recuperação e não retenção dos alunos, para um efetivo equilíbrio pedagógico, juntamente com a definição de metas de empregabilidade dos formandos. Esta cultura valoriza o ser profissional/técnico, criando condições de progressão do aluno com a possibilidade de recuperação do insucesso sem retenção, uma vez que abre espaço à monitorização permanente e em tempo útil, evitando assim o arrastar das dificuldades de aprendizagem.

A construção dos planos de estudos, que contemplam a listagem de elenco disciplinar que compõem cada uma das componentes de formação sociocultural, científica e técnica prevista na matriz curricular adotada, incluindo a formação em contexto de trabalho e do perfil de competências à saída do curso para cada família profissional, teve como base a análise das competências inerentes a cada profissão. Estas competências informam o desenho de um referencial de formação com as respetivas qualificações e que se dividem em: (1) Competências chave do profissional de nível III - competências comuns a todos os cursos; (2) Competências específicas do perfil profissional - competências próprias de cada curso; e (3) Competências transversais a perfis profissionais afins - competências comuns a cada família profissional (Ministério da Educação, 2004a).

Entende-se aqui por família profissional o agrupamento de qualificações ou saídas profissionais, de uma mesma área de formação ou de áreas afins, que mobilizam saberes científicos e tecnológicos similares, para o desempenho profissional num mesmo setor. As famílias profissionais apresentam-se no quadro 2.7 definidas do seguinte modo (Ministério da Educação, 2004a):

Quadro 2.7 - Famílias profissionais

Design; Artes do espetáculo; Audiovisuais e produção dos média; Artesanato; Filosofia, História e ciências afins; Comércio; Jornalismo; Marketing e publicidade; Biblioteconomia, arquivo e documentação; Finanças, banca e seguros; Gestão e administração; Contabilidade e fiscalidade; Secretariado e trabalho administrativo; Enquadramento na organização/empresa; Ciências informáticas; Eletricidade e energia; Eletrónica e automação; Metalurgia e metalomecânica; Engenharia química;	Construção e reparação de veículos a motor; Industrias Alimentares; Têxtil, vestuário, calçado e couros; Materiais (madeira, papel, plástico, vidro e outro); Indústria extrativa; Arquitetura e urbanismo; Construção Civil; Produção agrícola e animal; Floricultura e jardinagem; Silvicultura e caça; Pescas Serviços de saúde; Ciências dentárias; Serviços de apoio e crianças e jovens; Trabalho social e orientação; Hotelaria e restauração; Turismo e lazer; Proteção do ambiente; Proteção de pessoas e bens; Segurança e higiene no trabalho.
--	---

À luz deste modelo emerge uma matriz curricular organizada por disciplinas, que compõem as componentes de formação sociocultural, científica e técnica, que por sua vez se cruzam em três tipos de saber: (1) *Saber cognitivo* – de carácter teórico com vista à aplicação prática; (2) *Saber social* – saber ser e estar; (3) *Saber de desempenho* – de carácter técnico/saber fazer (Ministério da Educação, 2004a). Todas as componentes de formação sociocultural, científica e técnica transversalmente contemplam aprendizagens conducentes a diferentes saberes, sendo que em todas as disciplinas devem ser consideradas na avaliação as três dimensões de saber.

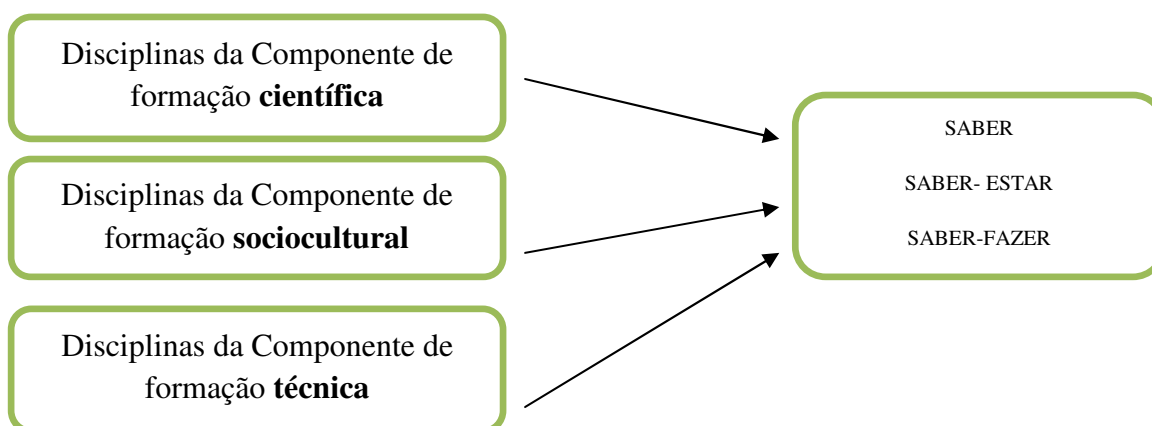


Figura 2.1 - Transversalidade dos saberes.

Fonte: Ministério da Educação (2004). *Modelo Curricular e Estrutura dos Programas. Revisão Curricular dos Cursos Profissionais*. Lisboa: Ministério da Educação. (Adaptado)

Acresce o facto das três componentes de formação distinguirem-se em duas áreas: (1) áreas disciplinares; e (2) áreas não disciplinares (Área de Integração e Formação em Contexto de Trabalho).

A área curricular não disciplinar, Área de Integração, deve contemplar uma abordagem multidisciplinar, no âmbito de projetos educativos da escola/comunidade, com vista a facultar-se uma cultura profissional para o domínio de conhecimentos e atitudes que facilitem a inserção socioprofissional do formando (Gonçalves & Martins, 2006).

A matriz curricular dos CP, que a seguir se apresenta, explicita e consolida todos os aspetos anteriormente referidos (Figuras 2.2 e 2.3):

Componentes de Formação	Disciplinas	Operacionalização	Carga horária do ciclo da Formação
<b>Sociocultural</b>	Português Língua Estrangeira Área de Integração Tecnologias da Informação e da Comunicação Educação Física	Programas modulares	Não compartimentada pelos três anos do ciclo de formação. Despacho nº14758/2004, de 23 de Julho capítulo 5  Da responsabilidade da escola, acautelando o equilíbrio da carga anual, otimizando a gestão modular e a formação em contexto de trabalho
<b>Científica</b>	Três disciplinas de cada família profissional		
<b>Técnica</b>	Quatro disciplinas específicas de cada curso		
	<b>Formação em contexto de trabalho</b>	<b>Projetos Prova de Aptidão Profissional (PAP)</b>	

Figura 2.2 - Matriz curricular dos Cursos Profissionais.

Fonte: Ministério da Educação (2004). *Modelo Curricular e Estrutura dos Programas. Revisão Curricular dos Cursos Profissionais*. Lisboa: Ministério da Educação. (Adaptado)



Designação	Acesso	Duração	Componente de Formação (% da carga horária total)		
			Sociocultural	Científica	Técnica
CPIII	9º ano	3 anos (3600 h)	25	25	50

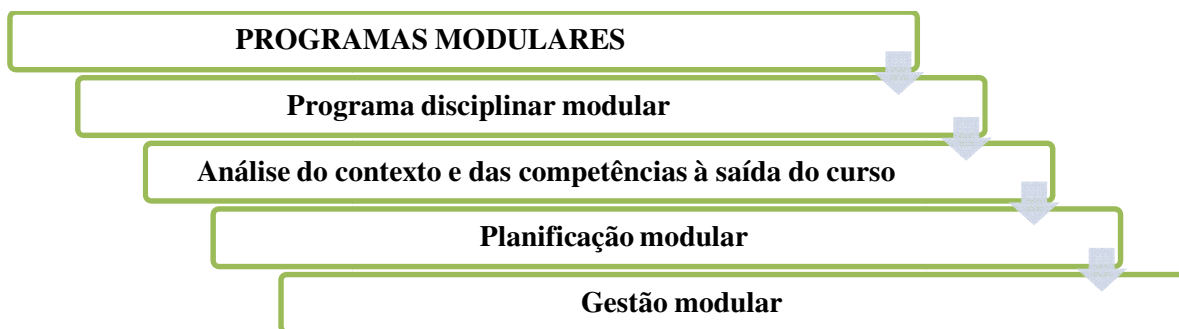
**Figura 2.3 - Estrutura curricular dos Cursos Profissionais.**

Fonte: Ministério da Educação (2004). *Modelo Curricular e Estrutura dos Programas. Revisão Curricular dos Cursos Profissionais*. Lisboa: Ministério da Educação. (Adaptado)

A formação em contexto de trabalho permite ao aluno realizar um conjunto de atividades coordenadas pela escola em colaboração com empresas ou organizações, com vista à aquisição e desenvolvimento de competências técnicas, de acordo com o perfil de desempenho à saída do curso. A responsabilização crescente atribuída às empresas no processo de formação procura aproximar as escolas ao mercado de trabalho, onde as empresas desempenham um papel crucial tanto na formação profissional como na promoção de estágios. É nesta relação recíproca da escola ao meio empresarial que se procura dar resposta ao nível da consciencialização por parte dos alunos da necessidade de valorizarem as suas qualificações profissionais que lhes vão permitir um desenvolvimento pessoal e social (Sá-Chaves, 2001).

Para reduzir as baixas qualificações profissionais, procura-se reforçar a necessária articulação entre as componentes de formação, as disciplinas e cada um dos módulos que as constituem, para a formação de um perfil à saída do curso, onde os professores devem munir-se de “recursos e estratégias de ação para atenderem às características e às necessidades que se delineiam no quadro do mercado nacional e internacional de emprego” (Sá-Chaves, 2001, p. 91).

Decorrente desta realidade, constata-se uma nova interpretação, relativamente aos programas modulares, que pressupõe as seguintes etapas:



**Figura 2.4 - Gestão Curricular do Professor/Formador.**

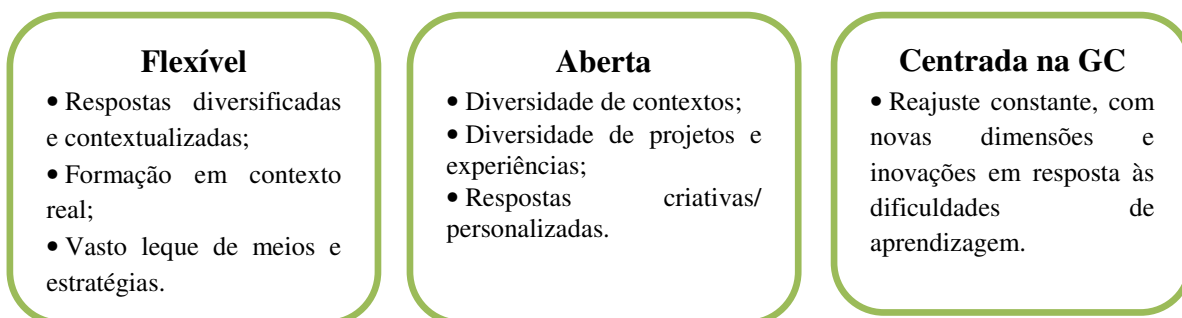
Fonte: Gonçalves, J. & Martins, P. (2006). *Guia para a avaliação da formação*. Lisboa: Instituto para a Qualidade na Formação, I.P. (Adaptado)

Esta perspectiva permite uma GC mais flexível, que integra um conjunto de princípios que permitem o desenvolvimento de atividades diversificadas e contextualizadas, através de uma operacionalização criativa e personalizada, mais centrada numa gestão que dá lugar a novas dimensões, conteúdos e inovações de modo a se ultrapassarem as dificuldades de aprendizagem dos alunos. Esta formação assume uma natureza multidimensional, que deita por terra o modelo tradicional, dando lugar “a novas conceções e práticas de ensino, aprendizagem e formação” (Sá-Chaves, 2001, p. 92).

Recorrendo às contribuições de Morin citado por Sá-Chaves (2001), ressalva-se que a formação profissional não deve ser percebida somente como aprendizagem de técnicas, mas sim como aprendizagem multi-dimensional ligada ao contexto profissional para o qual se está a formar. Segundo a mesma autora a formação deve espelhar “um fenómeno integral e sustentado no tempo e como um processo de natureza individual e colectiva, com vocação para integrar conhecimento referencial para a resolução de situações-problema” (p. 93).

Neste quadro de formação, a estrutura modular é uma mais-valia já que permite uma maior adaptabilidade às especificidades dos alunos e do contexto. Contudo, a fim de se garantir uma estrutura comum estável a nível nacional, é necessário que se faça de forma equilibrada e responsável uso da autonomia na procura das melhores estratégias com vista à otimização do processo de ensino e aprendizagem. Esta dinâmica pressupõe o envolvimento de toda a equipa pedagógica num trabalho permanentemente coerente e articulado.

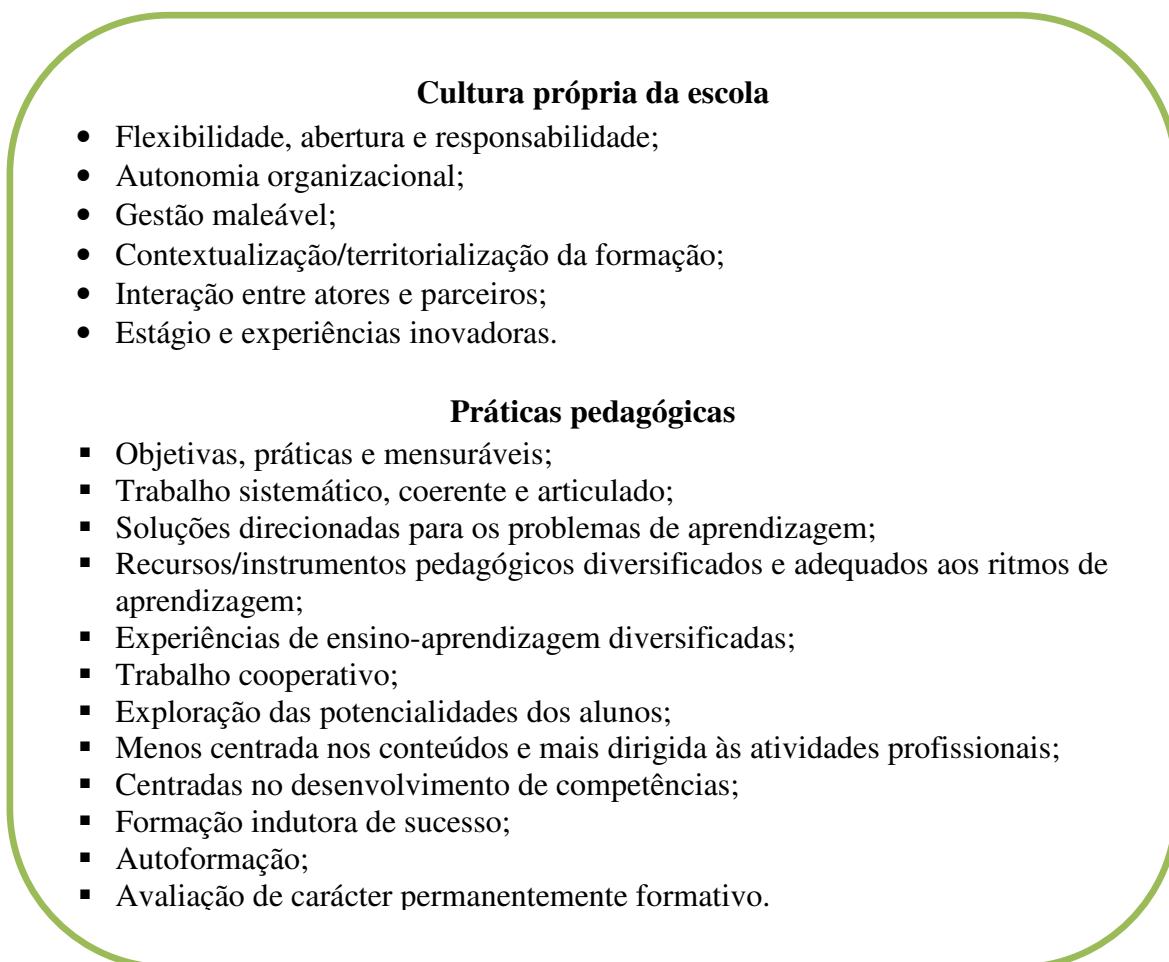
Invocando os trabalhos de Gonçalves e Martins (2006), a estrutura modular deve ser concretizada numa formação, de acordo com os seguintes princípios:



**Figura 2.5 - Formação por estrutura modular.**

Fonte: Gonçalves, J. & Martins, P. (2006). *Guia para a avaliação da formação*. Lisboa: Instituto para a Qualidade na Formação, I.P. (Adaptado)

Que exerce influência nas seguintes dimensões:

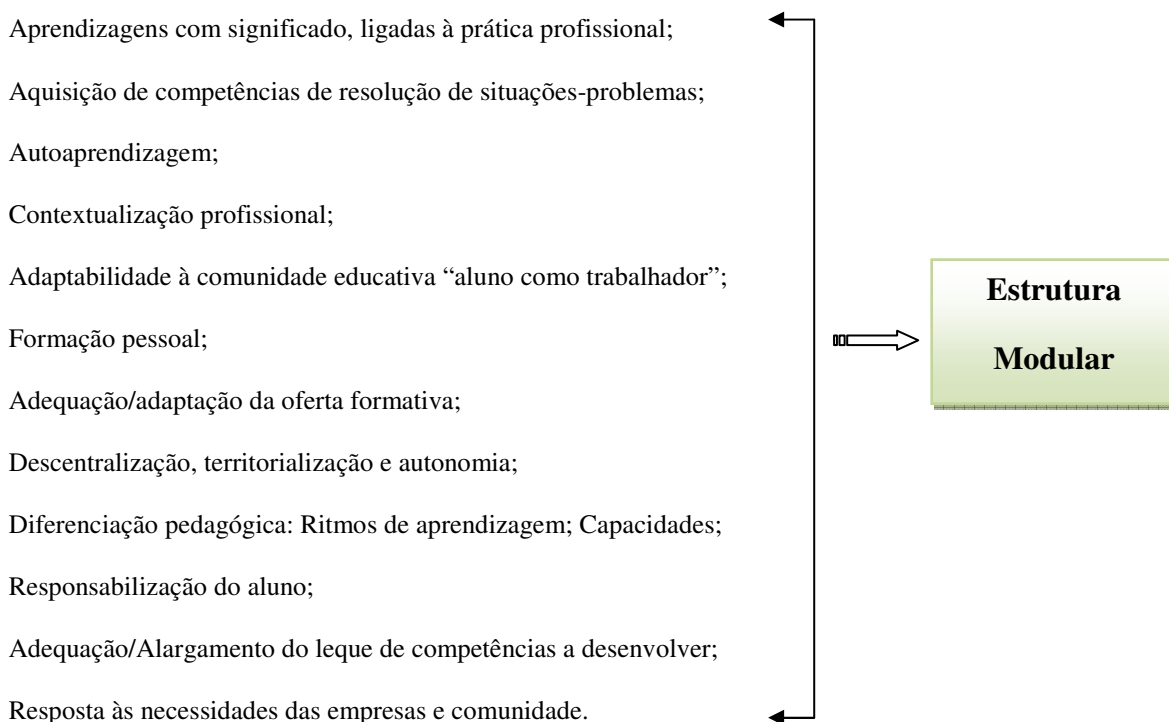


**Figura 2.6 – Impacte da formação por estrutura modular na cultura da escola e nas práticas pedagógicas.**

Fonte: Gonçalves, J. & Martins, P. (2006). *Guia para a avaliação da formação*. Lisboa: Instituto para a Qualidade na Formação, I.P. (Adaptado)

Este modelo pedagógico acarreta uma constante atualização dos *perfis de formação* em função dos perfis profissionais em constante mutação. Entendem-se por perfis de formação “os conteúdos de formação dos perfis profissionais que se concretizam no plano de estudos e no programa através dos seus conteúdos, objetivos, experiências de aprendizagem, avaliação e certificação” (Gonçalves & Martins, 2006, p.20).

A estrutura curricular modular apesar de manter uma estrutura comum para o equilíbrio do ensino profissional ao nível nacional, ela encerra soluções mais contextualizadas às necessidades educativas, nomeadamente ao nível da adaptabilidade e flexibilidade às especificidades dos alunos nos vários níveis que a seguir se explicitam (Figura 2.7):



**Figura 2.7 – Flexibilidade na Gestão Curricular do modelo pedagógico por estrutura modular.**

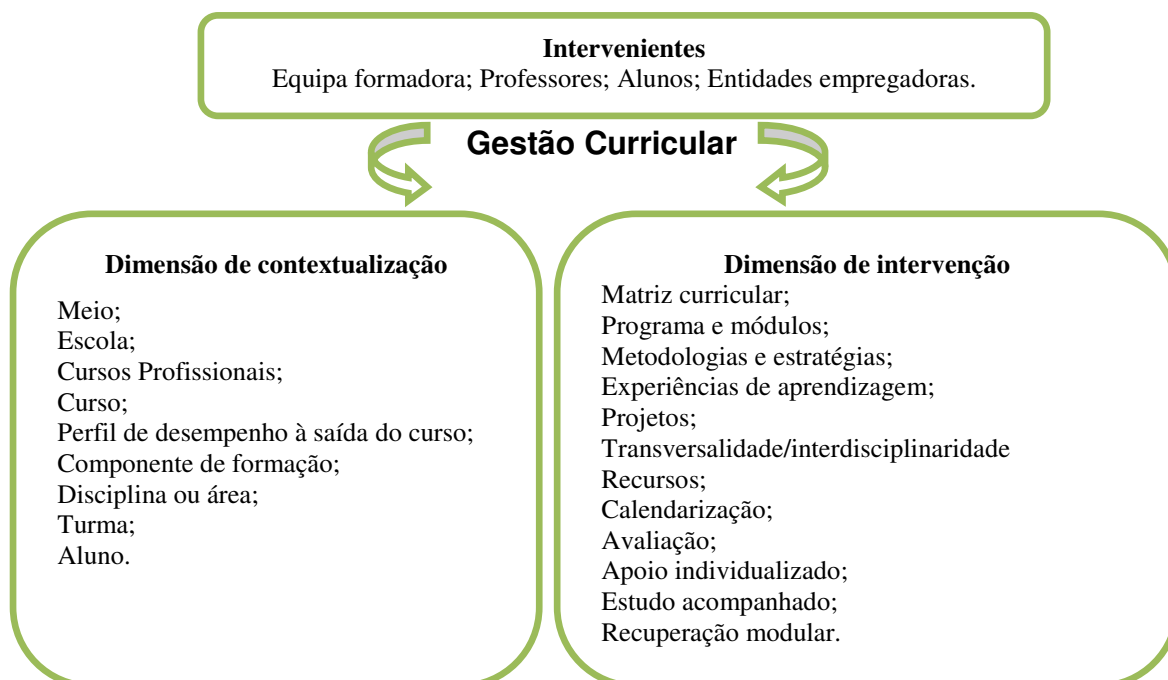
Fonte: Gonçalves, J. & Martins, P. (2006). *Guia para a avaliação da formação*. Lisboa: Instituto para a Qualidade na Formação, I.P. (Adaptado)

Nesta dinâmica de gestão flexível do currículo, o modelo pedagógico deve refletir um trabalho colaborativo e cooperativo da equipa formadora na procura de níveis crescentes de contextualização da formação ao meio envolvente e à comunidade educativa

com a busca sistemática de adequação dos processos de ensino e aprendizagem. Estes deverão ser os princípios de base para a concretização do plano curricular, que não se coaduna com uma gestão rígida, nem com uma estrutura curricular inflexível.

Assim, a GC do professor deverá patentear-se pela constante, investigação-ação-reflexão, tríade imprescindível para maximizar todo o processo de ensino e aprendizagem e consequentemente para o seu desenvolvimento profissional. Assim, a implementação eficaz deste modelo pedagógico, com a sucessiva contextualização modular pressupõe que o professor na sua autonomia e responsabilidade no processo ensino aprendizagem se aproprie de um conjunto de ferramentas nas suas dimensões de intervenção, para que o aluno desenvolva um perfil de desempenho à saída do curso.

A figura 2.8 ilustra uma GC participada, que atende aos princípios da estrutura modular (flexibilidade, adaptabilidade ao contexto e à mudança, contextualização do conhecimento, desenvolvimento de competências profissionais, coerência das ações e eficácia), numa dinâmica que interpreta e adapta as orientações curriculares, para responder de forma contextualizada a cada contexto de formação e por conseguinte maximizar o sucesso do processo formativo.



**Figura 2.8 – Dinâmica colaborativa/cooperativa na Gestão Curricular.**

Fonte: Gonçalves, J. & Martins, P. (2006). *Guia para a avaliação da formação*. Lisboa: Instituto para a Qualidade na Formação, I.P. (Adaptado)

A introdução do modelo pedagógico, estrutura modular, remonta à década de 60, nos Estados Unidos e no Brasil, conhecida por Personalized System of Instruction (sistema personalizado de instrução ou sistema Keller<sup>2</sup> de ensino). Este modelo pedagógico surgiu em oposição ao sistema de ensino centrado exclusivamente no professor caracterizando-se pelos princípios estruturantes: (1) Os conteúdos de cada disciplina são enquadrados em pequenas unidades; (2) Ao aluno é apresentado todo um conjunto de diretrizes (objetivos, orientações, recursos, critérios,...), que lhe permite uma autoaprendizagem; (3) A concretização de cada unidade respeita o ritmo de aprendizagem do aluno; (4) Professor ou outros alunos mais avançados no papel de monitores das aprendizagens; e (5) Avaliação e recuperação imediatas das unidades (Orvalho, 1992).

No contexto educativo português, a estrutura modular surgiu ancorada à formação profissional em 1991, com a criação das escolas profissionais, ficando associada aos conceitos de reconhecimento de competências e acreditação. Este modelo pedagógico foi pensado como meio de atingir o sucesso pela sua flexibilidade, coerência e adaptabilidade, tendo ficado o seu enquadramento teórico e matriz de funcionamento determinados pelo Gabinete de Educação tecnológica, Artística e Profissional (GETAP) em parceria com o Núcleo de Apoio à Concretização da Estrutura Modular (NACEM) (Orvalho, 1992).

A estrutura modular nos CPIII assume-se como meio de consagração de uma aprendizagem individualizada, significativa e integradora e assenta nos seguintes fundamentos psicopedagógicos estruturantes: (1) *Cognitivo/Construtivista* - A aprendizagem traduz organização e integração do material na estrutura cognitiva. Admite a existência de uma estrutura na qual a organização e a integração de ideias se processam. A experiência cognitiva é caracterizada por um processo de assimilação no qual os conceitos novos se interagem com os existentes na estrutura cognitiva, integrando o novo material e, ao mesmo tempo, modificando-se, ou seja uma nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aluno (Ausubel, 2000). Esta orientação é claramente de auto-aprendizagem, onde o aluno assume um papel ativo na construção dos saberes necessários ao domínio de competências definidas no perfil profissional. Tal doutrina contempla o indivíduo simultaneamente como ser singular e

---

<sup>2</sup> Fred Simmons Keller foi pioneiro na área de Psicologia Experimental. Praticante da Análise do Comportamento, foi também um dos principais responsáveis pela introdução dessa abordagem psicológica no Brasil, bem como pelo desenvolvimento do *Personalised System of Instruction* (PSI), também chamado de *Keller Plan*.

universal, com direitos de expressão, incorrendo numa aprendizagem participada, onde o aluno mobilizará a sua consciência, o seu saber e as suas capacidades na resolução de situações-problema; e (2) *Humanista* – Individualidade pedagógica, que significa um conjunto de respostas a partir do próprio aluno. Esta teoria dá ênfase à valorização do potencial humano como ponto de partida para a compreensão do processo de ensino-aprendizagem (Orvalho, 1992).





---

---

## **Parte III –Enquadramento teórico**



## **CAPÍTULO III**

### **Gestão Curricular da Matemática**

---

No presente capítulo explicita-se o quadro teórico-conceitual que constitui a base da investigação. Atende a uma revisão da literatura que constitui a parte estruturante do enquadramento teórico e, no qual, se procurou sistematizar os conceitos em torno da GC, nomeadamente, currículo, teorias curriculares, gestão curricular, gestão curricular por competências, dando conta da diversidade de concepções teóricas defendidas por pesquisadores e estudiosos.

Objetivou-se sustentar as opções adotadas no presente estudo, no respeitante à problemática da GCM nos CPIII, sendo que as várias aceções e percurso histórico de alguns conceitos que se irão dissecar são vitais para a sua compreensão.

A conceptualização do que influi a GCM acarreta algumas dificuldades, dada a polissemia associada aos vários conceitos de relevância para o estudo. Assim, para minimizar essas dificuldades, procedeu-se à adoção de um quadro conceptual coerente terminologicamente, sustentado na revisão da literatura da especialidade, atendendo a que a conceptualização de GC é de referência obrigatória, pela operacionalização do currículo em todas as suas dimensões.

A revisão da literatura obedeceu a uma sequência lógica em torno da GC, na sua conceptualização em termos latos e, mais estritamente, no currículo da Matemática para o desenvolvimento de competências matemáticas com destaque para a MM que ancora a bivalência de competência matemática e metodologia transversal de ensino nos CPIII.

Emergiu da conceptualização de todo o ‘espaço educativo’, envolto na GCM a CP, os preceitos da referencialização num processo de revisão exaustivo do objeto em estudo, com o necessário rigor científico, procurando a partir das perceções consultadas os pontos de aproximação que caracterizam o pensamento plural, reconhecendo, no entanto, pontos de afastamento, que constituem no nosso entender o enriquecimento terminológico.

### 3.1. Esclarecimentos conceituais - Currículo e teorias curriculares

Etimologicamente, *currículo* provém do étimo latino *Currere*, que significa caminho, jornada, trajetória, percurso a seguir.

De acordo com as palavras de Morgado (2000), no início do século XX, o termo *currículo* começou a adquirir um estatuto epistemológico próprio, tendo, contribuído para esse estatuto, Dewey (1902), Tyler (1949) e Taba (1962), Spencer (1963).

Presentemente, o termo *currículo* está associado a uma grande variabilidade conceptual. Atendendo a isso, não é intenção neste estudo a explanação de todas as teorias existentes, mas apenas a ilustração da enorme variedade de concepções que a complexidade do termo acarreta, em estreita relação com as mutações sociais e os pendores políticos que caracterizam cada época. O quadro que se segue (Quadro 3.1) esquematiza algumas dessas concepções.

**Quadro 3.1- Concepções de Currículo**

<i>Autores</i>	<i>Abordagens</i>	<i>Concepções de Currículo</i>
<b>Phenix (1962)</b>	Modelo organizacional	Metodologia de implementação.
<b>Gagne (1966)</b>	Plano educacional	Conjunto de aprendizagens.
<b>Pinar (1985)</b>	Legitimação curricular	Tradicionalista; Empirista concetual; Reconcetualista.
<b>Gimeno (1988)</b>	Orientações Básicas	Súmula de experiências académicas; Base de experiências; Legado tecnológico e eficiente; Configuração prática.
<b>Habermas (1991)</b>	Orientações Básicas	Plano da ação pedagógica; Conjunto de experiências planificadas.
<b>Pacheco (1996)</b>	Projeto interativo	Plano real ou do processo de ensino/aprendizagem consubstanciado no plano normativo ou oficial.
<b>Carrilho (1990)</b>	<i>Corpus</i> ou elenco	Percurso de aprendizagem; Práticas pedagógicas.
<b>Roldão (1999)</b>	Planificação/estruturação	Conjunto de aprendizagens.
<b>Ribeiro (1999)</b>	Elenco	Elenco e sequência de matérias ou disciplinas que formam um plano de estudos; Listagem-esquema ou sumários de temas, tópicos.
<b>NCTM (2007)</b>	Conjunto de recomendações metodológicas e de avaliação	Realce para o desenvolvimento de competências, em estreita relação com a sociedade, o conhecimento e a representação do aluno.
<b>Eisner &amp; Vallence (2010)</b>	Orientações Curriculares	Como desenvolvimento de processos cognitivos; Como tecnologia; Como auto-realização; Como reconstrução social; Como racionalismo académico.

Fonte: Adaptado. In: (Morgado, 2000).

Explicitando, a mais antiga definição de currículo caracteriza-o como: (1) um modelo organizado do programa educacional da escola que descreve a matéria e a ordem que se ensina, como e quando se ensina (Phenix, 1962); (2) uma série de unidades e conteúdos adquiridos mediante um conjunto de aprendizagens (Gagné, 1967).

Pinar (1985), citado por Morgado (2000), apresenta quatro concepções de currículo: (1) *Tradicionalistas* - baseadas numa concepção tecnológica do *currículum*, o que implica um currículo decidido superiormente e depois colocado ao serviço dos professores, de acordo com a racionalização e com o modelo burocrático; (2) *Empirista Conceptual* - o currículo como proposta cuja eficácia se avalia na prática; (3) *Reconceitualista* (crítica da visão tecnológica) - o conhecimento é algo a construir e não uma série de conexões entre estímulos e respostas, é entendido como um processo político que, pela crítica, leva à emancipação das comunidades que o adotam.

Por sua vez, Gimeno (1988) apresenta quatro configurações de modelos teórico-práticos associados ao *currículo*: (1) uma súmula de exigências académicas como o produto resultante dos conteúdos organizados por disciplinas; (2) a base das experiências ao encontro das expectativas e interesses dos alunos; (3) um legado tecnológico e eficiente que procura definir o currículo por meio de uma planificação de aprendizagem, cujo ponto de entrada são objetivos e cujo ponto de saída são os resultados obtidos pelos alunos na avaliação; (4) um configurador da prática centrada na perspectiva dialética teórico - prática.

À luz do pensamento de Habermas, citado por Ewert (1991), o currículo é conceituado como produto ou como conteúdos organizados por disciplinas, como meio tecnológico, plano para a aprendizagem, plano de ação pedagógica, conjunto de experiências planificadas na escola e uma série de resultados pretendidos de aprendizagem.

Carrilho (1990), por sua vez, define currículo como sendo um elenco de alguma coisa - conteúdos, experiências, processos, atividades, aprendizagens - que se propõe como percurso de aprendizagem numa dada instituição escolar.

Sobre este assunto, Roldão (1999) perspectiva o currículo como sendo:

Um conjunto de aprendizagens consideradas necessárias num dado contexto e tempo e à organização e sequência adotadas para o concretizar ou desenvolver (...) e pressupõe uma intencionalidade, estruturação coerente e sequência organizadora.  
(p.43)

Acrescenta Ribeiro (1999) a delimitação do currículo segundo duas perspectivas distintas: (1) *Conceção comum* - currículo como um elenco e sequência de matérias ou disciplinas que formam um plano de estudos; (2) *Conceção típica – currículo* como conceito clássico do programa – listagem esquema ou sumários de temas tópicos para uma disciplina ou área disciplinar.

Em termos práticos, o autor supracitado refere que o plano curricular concretiza-se na distribuição de tempos letivos semanais a cada uma das disciplinas que o completam, atendendo ao peso relativo no conjunto dessas matérias e o número de anos de escolaridade que esse plano contempla.

Mais atualmente Pacheco (2001) entende o currículo como:

Um projeto, cujo processo de construção e desenvolvimento é interativo, que implica unidade, continuidade e interdependência entre o que se decide ao nível do plano normativo, ou oficial, e ao nível do plano real, ou do processo de ensino/aprendizagem. O currículo é uma prática pedagógica que resulta da interação e confluência de várias estruturas (políticas, administrativas, económicas, culturais, sociais, escolares,...) na base das quais existem interesses concretos e responsabilidades compartilhadas. (p.20)

O mesmo autor ressalva no entanto que:

Não se conceituará o currículo como um plano, totalmente previsto, mas como um todo organizado, em função de questões previamente planificadas, do contexto em que decorre e dos saberes, atitudes, valores, crenças que os intervenientes trazem consigo, com a valorização das experiências e dos processos de aprendizagem. (p.17)

A National Council of Teachers of Mathematics postula o currículo como um conjunto de recomendações metodológicas e sugestões de avaliação com realce para o desenvolvimento de competências, em estreita relação com a sociedade, o conhecimento e a representação do aluno (NCTM, 2007).

Outra definição mais abrangente de currículo é apresentada por Eisner e Vallance (2010), como sendo: (1) o desenvolvimento dos processos cognitivos com maior

preocupação no aperfeiçoamento das operações intelectuais em detrimento dos conteúdos; (2) tecnologia com preocupação no que se aprende; (3) autorrealização centrada no aluno, nos conteúdos de aprendizagem e orientada para a sua autonomia e desenvolvimento pessoal; (4) reconstrução social com ênfase na visão social da aprendizagem.

Da análise das diversas perspectivas apresentadas, depreende-se que o termo currículo arrasta uma multiplicidade de pensamentos implicitamente ou explicitamente divergentes, não havendo consenso nesta matéria. Contudo, parece haver um claro entendimento de que o currículo é “orientado” pela dinâmica da sociedade, o que reflete a consciência das mudanças que vêm acontecendo na identidade de currículo em função das mutações sociais.

As diversas perspectivas parecem assumir como referente a diversidade, as diferenças e as desigualdades sociais que configuram cada contexto escolar, constituindo este o eixo estruturante do currículo. São também coincidentes as diversas perspectivas consultadas ao pensar o currículo ao serviço do desenvolvimento de uma sociedade democrática, constituindo o eixo estruturante do trabalho docente. Assim, o currículo evoluiu conceitualmente para um sentido mais amplo, sendo determinado pelo contexto, onde adquire distintos sentidos de acordo com os diversos intervenientes.

Cumpram ainda salientar o consenso relativamente à distinção entre o currículo formal e o currículo informal, sendo que o currículo formal é um plano previamente planificado com base nas orientações curriculares normativas, sendo um conjunto de temas, áreas e conteúdos a ensinar e o currículo informal o resultado do processo que advém da aplicação do planificado, ou seja, a ação pedagógica de um plano em sala de aula.

A definição de currículo é, hoje, portanto, uma questão de difícil consecução, quando se o procura fazer de forma abrangente e conclusiva.

Esta ideia é corroborada por Machado e Gonçalves (1991), que reiteram que a busca de uma definição de currículo aceite parece infrutífera.

Roldão (1999) postula também esta mutação quando profere que:

O que se considera desejável varia, as necessidades sociais e económicas variam, os valores variam, as ideologias sociais e educativas variam e/ou conflituam num

mesmo tempo – e o currículo escolar corporiza, ao longo dos tempos e em cada contexto essa variação e conflitualidade. (p.24)

Pacheco (2001) vai mais longe quando refere que:

Insistir numa definição abrangente de currículo poder-se-á tornar extemporâneo e negativo dado que, apesar da recente emergência do currículo como campo de estudos e como conhecimento especializado, ainda não existe um acordo generalizado sobre o que verdadeiramente significa. (p.16)

Ainda assim, o currículo surge como configurador da prática. Por conseguinte, ele constitui sempre um reflexo de uma cultura escolar, “organizada em conteúdos e codificada geralmente em disciplinas” (Morgado, 2000, p. 35), exprimindo, desta forma, o “Projeto Cultural” que a escola concretiza sob determinadas condições que, de uma maneira ou de outra, sempre delimitam o «território» desse projeto e lhe conferem uma identidade própria.

Nesta perspetiva, o currículo não só traduz e reproduz um ideal social, económico e cultural por meio de múltiplos processos e práticas escolares, como também resulta da interação de todo um conjunto de diferentes práticas inerentes a vários subsistemas específicos: (1) político-administrativo; (2) de produção de meios; (3) de participação social e controlo, de especialistas e de investigadores, de inovação, prático-pedagógico (Nóbrega, 2006, p.112).

Assim, entende-se aqui, à semelhança de Morgado (2000b) que tanto o currículo como as condições organizativas caminham lado a lado, não podendo ser desenraizadas do meio social envolvente. Cada vez mais, a escola manipula o currículo em prol das exigências sociais, ou seja, “nesta sociedade da informação e do conhecimento que está a mudar constantemente, e que cria e se cria a si própria, o conhecimento é um recurso flexível, fluido, sempre em expansão e em mudança” (Hargreaves, 2003, p.33).

A teoria do currículo, sendo um conjunto de conhecimentos, estratégias e aplicações mais ou menos sistematizadas em volta de um conjunto de propostas relacionadas e relativas ao ensino/aprendizagem, desenvolve-se segundo três dimensões: (1) *Explícita* - O quê, para quê e porquê ensinar?; (2) *Metodológica* - Como e quando



ensinar?; (3) *Avaliadora* - O quê, quem, como e porquê? (Kliebard, 1992).

É, portanto, o campo para descrever e explicar o que se ensina, é uma concepção dinâmica para melhorar a prática compreender e explicitar a realidade, mediante um conjunto coerente de enunciados que facilitam o conhecimento, devendo, portanto, responder a três imperativos: (1) explicar a prática; (2) melhorar a prática; (3) conceptualizar o conteúdo (Kliebard, 1992).

Diversos autores apresentam teorias e orientações que, atendendo às já referidas complexidade e polissemia do conceito, não satisfazem o requisito ‘abrangência’, mas permitem clarificações e ‘novos olhares’ precursores de caminhos diferentes de estudo.

Partindo desta inquietação, propõe-se uma averiguação acerca das teorias curriculares, consubstanciadas no pensamento por exemplo dos autores Bauchamp (1982), Walker (1990), Millan (1990), Habermas (1991) e Kliebard (1992), cujo resultado se apresenta sistematizado num conjunto de interpretações que se expressam no quadro 3.2:

**Quadro 3.2 – Sistematização das Teorias Curriculares**

<b>Autores</b>	<b>Teorias Curriculares</b>
<b>(Bauchamp, 1982)</b>	Conjunto de proposições.
<b>(Walker, 1990)</b>	Corpo de ideias, coerente e sistemático.
<b>(Millan, 1990)</b>	Um saber sistematizado baseado na prática de ensino.
<b>Habermas (1991)</b>	Teoria técnica, teoria prática e teoria crítica.
<b>(Kliebard, 1992)</b>	Campo para descrever e explicar o que se ensina.

Pormenorizando, Bauchamp (1981) reporta para um conjunto de proposições que dão significado aos fenómenos relacionados com o seu conceito, desenvolvimento, uso e avaliação.

Por conseguinte, Walker (1990) reporta para um corpo de ideias, coerente e sistemático, usado para dar significado aos fenómenos e problemas curriculares, sendo um auxílio nas decisões para as ações apropriadas e justificadas.

Neste contexto, parece ser reforçado o facto de o currículo ser um saber sistematizado baseado na prática de ensino, isto é, um saber que integra o contributo de várias disciplinas que fundamentam o ensino-aprendizagem, um saber necessariamente contextualizado aberto à mudança, cujo problema central é o das relações entre a teoria e a prática, e as relações entre a educação e a sociedade.

Habermas (1991) vai mais longe quando apresenta três teorias curriculares: a *teoria técnica*, a *teoria prática* e a *teoria crítica*. Considera a teoria técnica a realidade educativa objetivada, quantificável mediante métodos quantitativos, como uma realidade natural, externa aos sujeitos que aprendem, é neutra, desinteressada, não condicionada pelas ideologias nem interesses económicos e políticos, ou seja, a educação tem como base científica a psicologia, a economia e a antropologia. Na teoria prática, o autor entende a escola como um instrumento de reprodução social e cultural, tendo como fundamentos a racionalidade e a organização burocrática. Esta teoria, segundo o autor, remete o currículo para um interesse prático e racional em resultado da relação entre especialistas, professores e as condições reais da prática, em oposição à teoria técnica, cujo pressuposto essencial repousava na conformidade da ação com as orientações normativas, baseando-se no interesse prático do saber, o que obriga a um juízo ponderado e a uma deliberação prática. Assim, a teoria prática critica a confiança excessiva da aplicação de leis científicas ao desenvolvimento curricular.

Por seu lado, a teoria crítica considera que o currículo não é apenas um conjunto de planos a ser implementados, mas construído através de um processo ativo onde o planear, o agir e o avaliar estão interligados. O currículo é uma *praxis*, o aprender e o ensinar têm que ser vistos como uma relação dialógica entre professor e aluno, em vez de uma relação autoritária. Por outro lado devem ser contempladas experiências que permitam aos alunos a construção do seu próprio conhecimento, mediante a interação social (Habermas, 1991).

Outro autor de referência, Kliebard (1992) legitima-o como um campo para descrever e explicar o que se ensina, uma conceção dinâmica para melhorar a prática, compreender e explicitar a realidade mediante um conjunto coerente de enunciados que facilitam o conhecimento.

Historicamente, o currículo tem sofrido alterações quanto à natureza dos seus objetivos e conteúdos, dando lugar a um conjunto de recomendações metodológicas e sugestões de avaliação com realce para o desenvolvimento de competências, em estreita

relação com a sociedade, o conhecimento e a representação do aluno - perspectiva também assumida pela Associação de Professores de Matemática (APM, 1988).

No quadro nacional, o termo currículo é utilizado na referência aos programas de ensino e aprendizagem, ora com destaque para os conteúdos, normas, objetivos, ora com ênfase na didática, métodos de ensino e estratégias a utilizar.

Em termos políticos, o currículo é compreendido, como o sistema educativo desde o nível mais amplo, até ao nível da sala de aula. Ao nível da escola, o currículo é definido em termos de assunto, abrangência, sequência, normas, manuais e planificação das experiências de aprendizagem. A tomada de decisão percorre o currículo desde a sua institucionalização até à sua implementação.

Assim, o termo currículo é usado por Travers e Westbury (1989) e Schmidt e Raizen (1997) de forma semelhante segundo diferentes dimensões, que passarão a ser as adotadas no presente estudo:

**Quadro 3.3 – Dimensões do currículo**

<b>Currículo Institucional</b>	<b>Currículo Intencional</b>	<b>Currículo Implementado</b>
Oficial/Normativo Quadro Curricular Nacional	Planificação/organização da prática pedagógica	Apresentado aos alunos

De forma mais abrangente, a figura 3.1 ilustra as várias interpretações do currículo com as diversas componentes do sistema educativo que o influenciam.

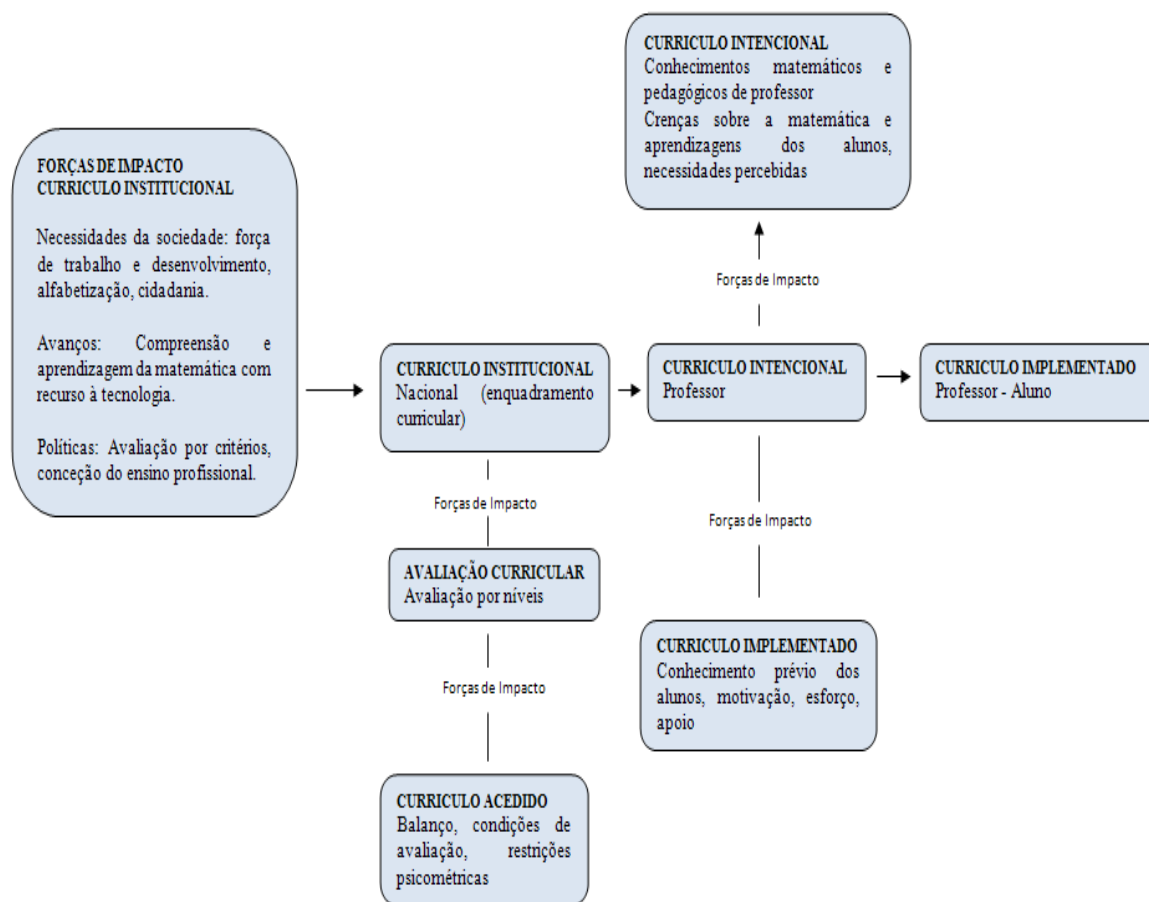


Figura 3.1- Interpretações do currículo segundo diversas componentes do sistema educativo.

Roldão (2003) reconhece em torno do conceito currículo uma complexidade de interpretações que resulta da sua relação com a sociedade, ou seja, o currículo depende do contexto em que se situa e dos seus intervenientes. Nesta linha de pensamento, a autora remete a história do currículo como uma história social, relacionada com as suas mutações de ideias, crenças e perceções sociais, numa relação recíproca.

Numa economia cada vez mais globalizada, o discurso académico tem veiculado a o entendimento do currículo como um projeto que tem de ganhar sentido na sua concretização, isto é, a gestão do curricular deve descentralizar-se, onde as decisões intrínsecas operem, nos aspetos globais ao nível da cada escola (Leite, 2003)

Em jeito de consolidação das diversas linhas de pensamento, legitima-se no presente estudo, o currículo como o conjunto de conhecimentos, estratégias e aplicações sistematizadas em volta de um conjunto de propostas relacionadas e relativas ao

ensino/aprendizagem, orientando a organização do pensamento sobre assuntos relevantes para a educação, e que dão resposta a: (1) quais os elementos; (2) como se organizar; (3) quais as fontes/fundamentos para a tomada de decisões.

Depreende-se que o currículo como resultado de uma complexa interação entre práticas e intenções provenientes de quadrantes sociais muito diversos é hoje perspetivado por diferentes autores e estudos no âmbito da sua gestão.

### 3.2. A Gestão Curricular

O currículo, ao transpor-se do domínio teórico-conceitual para a sua aplicabilidade, sustenta a GC, cujo aspeto central é a prática que se fundamenta num contexto, numa ação pragmática e numa legitimidade processual que pressupõe a conexão entre intenção e a realidade com elementos determinantes na legitimidade do currículo, do professor e do aluno numa relação biunívoca e permanente.

Nos Estados Unidos da América, no início do século XX, nasceram duas correntes que evidenciavam a forte relação da gestão curricular com a sociedade. Uma corrente defendia que “a aprendizagem tem origem na prática social e deve basear-se na atividade e experiência dos alunos” (Ponte, Matos & Abrantes, 1998, p. 13) a outra asseverava que “a prática social era o objetivo do ensino e propunha uma identificação de competências a desenvolver na escola a partir da sua correspondência com características das atividades profissionais que são requeridas pela sociedade” (Ponte, Matos & Abrantes, 1998, p. 14). Estas duas correntes opõem-se quanto à gestão curricular, sendo que a primeira propõe a concretização de projetos como forma de levar a cabo a interdisciplinaridade e a segunda conduz o ensino estruturado e planificado com base na aquisição de capacidades específicas.

Em termos operativos, para Carrilho (1990), um currículo insere-se no currículo em ação, com a sua construção e implementação, que resulta da análise da situação/contexto, definição dos objetivos pretendidos, seleção de conteúdos e/ou atividades adequadas, definição de estratégias, distribuição de tarefas e formas de avaliação.

Entende-se aqui que a gestão curricular deve posicionar-se em estreita relação com a sociedade onde intervém, através das intenções de ordem interna e externa, desde a

administrativa política, de supervisão, de produção e avaliação.

Como refere Pacheco (1996, p.19), a gestão curricular faz-se em consonância com inúmeros condicionalismos, não podendo ser ignoradas as condições em que o mesmo se desenvolve. Este autor considera o currículo o veículo de socialização da escola, constituindo um instrumento que resulta num conjunto de práticas pedagógicas – a gestão curricular. Em resultado desta dependência, o currículo sofre as mesmas metamorfoses que a sociedade.

Segundo Roldão (2003), outrora, a conceção do currículo era vista como um programa a ser implementado pelo professor com o propósito de obter resultados de aprendizagem, sem ser reconhecido ao professor a legitimidade de autonomia na tomada de decisões ao nível da gestão curricular e, conseqüentemente, na inovação pedagógica.

Esta ênfase dada aos produtos de ensino cai por terra, através de uma nova conceção curricular que valoriza a perspectiva prática, mais racional, uma vez que pressupõe o abandono de um ensino tradicionalista com mera transmissão de conhecimentos, dando lugar a um ensino mais humanista que focaliza a sua importância nos processos.

Esta perspectiva apresenta-se sintetizada no quadro que se segue (Quadro 3.4):

**Quadro 3.4- Conceção curricular - perspectiva prática**

Outrora	Atualmente
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apenas um programa a ser implementado pelo professor com o propósito à obtenção de resultados de aprendizagem.</li> <li>• Não reconhece autonomia nem inovação ao professor.</li> <li>• Ensino tradicionalista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoriza a perspectiva prática, mais racional.</li> <li>• Ensino com enfoque no humanismo e construtivismo.</li> </ul>

Na paisagem teórica do currículo, apresenta-se a perspectiva prática também corroborada por Llavador (2000), que profere que:

O currículo e organização não significam duas dimensões isoladas, cuja articulação é necessário observar, subordinando uma à outra, ou mediante qualquer outra relação. Ao falar e abordar o fenómeno escolar, manuseamos um todo unificado

(...) o significado real do currículo não pode estar à margem do contexto organizativo em que esse currículo se inscreve na formulação da prática. (p.44)

Ao pretender explicitar do que se trata a gestão curricular, Kilpatrick (2003) enfatiza que em duas salas de aula em que o mesmo currículo seja implementado, este pode diferir quanto à natureza das atividades, das oportunidades de aprendizagem e dos resultados alcançados condicionados pelas crenças e experiência dos professores, conhecimentos e motivações dos alunos.

A presente realidade atribui ao professor o papel de gestor ativo do currículo, influenciado pelas experiências que ocorrem dentro da sala de aula, bem como pelo material institucional disponível (Remillard, 2005).

Neste contexto, existem pontos de vista e interesses concorrentes que caracterizam a gestão curricular como uma atividade política que envolve decisões políticas (VKlenowski, 2010).

Atualmente, o propósito prioritário na gestão curricular é a identificação de competências a desenvolver na escola, em consonância com o desempenho profissional e a aquisição de capacidades específicas para a socialização do aluno.

### **3.3. Gestão Curricular por competências**

#### **3.3.1. Conceito de competência**

Ao longo do presente item, debruçar-nos-emos na análise concetual do conceito de *competência* segundo a perspectiva de diversos autores, numa perspectiva histórica e de apropriação, atendendo a que para a GCM, o conceito de competência aparece como eixo organizador preponderante nos referenciais normativos, em particular para os CP do ensino secundário, constituindo uma referencia objetiva e normativa, facto que justifica a sua compreensão.

O surgimento do conceito no contexto nacional deu-se pela via da formação profissional, ficando associado à qualificação e valorização de uma aprendizagem contextualizada, em resposta às demandas da sociedade atual (Roldão, 2003).

Desde então, o conceito reveste-se de polissemia, dependendo a sua interpretação do campo disciplinar em que está inserido, assumindo, no seio das políticas de educação e formação, uma importância crescente na articulação entre as políticas educativas e as políticas de inserção no mercado de trabalho.

Apesar da reconhecida dificuldade concetual em torno do conceito de competência e até a existência de algumas antinomias, uma definição mais abrangente entende-a como um repertório de saberes, saber fazer e saber ser, aplicáveis numa organização sistémica de procedimentos para a resolução de uma situação-problema, englobando saberes aplicados à ação, distinguindo-se pelo carácter individual, intrínseco a cada indivíduo.

Perrenoud (2003) define competência como a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos (saberes, capacidades, informação,...) para a resolução eficaz e pertinente de uma situação, facto que pressupõe a mobilização de conhecimentos e experiências em contexto real. Ressalva, no entanto, que “a acusação de fragilidade conceptual não pode estar reservada à abordagem por competências, uma vez que todas as finalidades da educação escolar são enunciadas com a ajuda de conceitos débeis ou controversos” (p.11).

Apesar de ser uma perspectiva partilhada por Le Boterf (2004), que alerta para o risco de uma definição concetual limitada do conceito de competência quando se reporta este conceito unicamente para “a soma de saberes, de saber fazer e de saber ser ou aplicação de saberes teóricos ou práticos ou ainda traços de personalidade” (p. 19). Deste modo, propõe uma definição mais abrangente, definida em termos do saber agir e reagir diante de situações novas e complexas, reconhecendo, pois, que um indivíduo sabe agir com competência se:

Souber combinar e mobilizar um conjunto de recursos pertinentes (conhecimentos, saber-fazer, qualidades, redes de recursos (...)) para realizar, num contexto particular, atividades profissionais segundo certas exigências profissionais (...) a fim de produzir resultados (serviços, produtos), satisfazendo certos critérios de desempenho para um destinatário (cliente, utilizador, paciente...). (p.34)



Acrescenta, ainda que “é ilusório e enganador querer definir a competência como um saber-fazer em que as tarefas são fragmentadas, repetitivas e limitadas à aplicação de instruções” (p. 31).

Le Botef (2004) e Perrenoud (2003) consideram desprovido distinguir competência de saber fazer pois, num nível mais elementar, confundem-se. Sustentam que não há competência quando (1) os conhecimentos necessários não estão presentes; ou (2) quando na posse de conhecimentos um indivíduo não é capaz de os mobilizar perante uma dada situação.

Na mesma linha de pensamento, encontra-se Roldão (2003) que entende competência como a capacidade permanente para mobilizar, escolher, usar e articular informação conjugada com o conhecimento (intelectual, prático ou verbal) para resolver uma situação-problema, e Fleury e Fleury (2001) que a compreende como o saber agir responsável e reconhecido, que implica mobilizar, integrar, transferir conhecimentos, recursos, habilidades, que combinam valor económico e valor social ao indivíduo.

Paulo Abrantes, em entrevista,<sup>1</sup> reitera o postulado pelos autores supra citados, afirmando que o conceito de competência se reporta ao “saber em ação (...), que pressupõe conhecimentos fundamentais (...) conhecimentos, mas também a capacidade e a disposição para os utilizar”.

No campo educacional, Roldão (2003) adita que a competência espelha a transição de uma escola, centrada nos conteúdos como um fim em si mesma, para uma lógica da aplicação desses conteúdos, isto é, a ênfase é deslocada para a capacidade do uso adequado dos conhecimentos em contextos diversos, traduzindo-se o conceito no saber que se traduz na:

Capacidade efetiva de utilização e manejo (intelectual, verbal, ou prático) e não a conteúdos acumulados com os quais não sabemos nem agir no concreto, nem fazer qualquer operação mental ou resolver qualquer situação, nem pensar com eles. (p. 20)

---

<sup>1</sup> Entrevista dada a 19 de março de 2002 à Inforgéo.

Estas e outras perspectivas parecem valorizar aspetos cognitivos, afetivos e práticos adequados a cada contexto, onde a aplicabilidade prática do conhecimento permite identificar uma competência, que se encontra assimilada ao saber mobilizar conhecimentos.

A literatura da especialidade apresenta o conceito de competência ora como produto ora como processo. Ausubel (2000) corrobora que a competência, como processo, requer uma permanente atualização dos esquemas operativos, através de novas informações e visibilidade de novos contextos para transposição da competência prescrita na construção do produto.

Considerando o entendimento dos vários autores consultados sobre o conceito de competência, entendido como o conjunto integrado de conhecimentos, habilidades e atitudes, postulamos que essa integração deve ser entendida como um processo de aprendizagem e a competência como um produto dessa aprendizagem. Assim, uma avaliação ao nível das competências permite aferir o nível de conhecimentos, habilidades e atitudes e a forma como são utilizados na execução de uma situação profissional particular.

Teorias sobre desenvolvimento de competências enfatizam que os alunos não devem apenas adquiri-las, mas também integrar os conhecimentos, habilidades e atitudes no alcance da competência profissional (Kaslow, Bebeau, Lichtenberg, Portnoy, Rubin, & Leigh, 2007)

Numa tentativa de síntese, estas e outras perspectivas apresentam-se consensuais quando salientam a ligação do conceito ao contexto, admitindo uma dimensão individual e coletiva em permanente construção, onde a dinâmica do saber em ação, pressupõe o domínio de conhecimentos, mas também habilidades e atitudes e a disposição para os utilizar.

Assim, a dependência do contexto chama a atenção para o fato da competência dever espelhar comportamentos de maior complexidade e integração no contexto, em resposta às demandas sociais (Moreira, 2004; Roldão, 2003; Rychen & Tiana, 2005).

Outra componente que aparece integrada nas diversas perspectivas diz respeito à necessidade de mobilizar os referidos recursos na resolução eficaz de situações-problema e à forma como o conceito de competência tem sido corporizado nos diversos documentos aqui analisados e que remetem para a aquisição de competências através da escola ao serviço da competitividade do mercado de trabalho com enfoque na formação do indivíduo

(Eurydice, 2002). Esta perspectiva é partilhada por Pacheco (2005) e pela OCDE (2005a) que consideram que, cada vez mais, a escola tem a função de veicular esses saberes.

Perrenoud (2003) corrobora o exposto, salientando que a escola não pode demitir-se do papel transmissor de conhecimentos, que são os elementos necessários à competência e que a sua transmissão deve articular situações concretas e reais, para que através dessa aplicabilidade se mobilize a transferência de conhecimentos. Assim “por razões diferentes, mesmo contraditórias, a economia espera que a escola faça com finalidades práticas o que promete em nome do humanismo” (p.17).

Estes fundamentos parecem justificar o impacto direto ou indireto nos processos de desenvolvimento curricular nacionais, numa lógica educacional economicista que sobrevaloriza uma cultura de diferenciação pedagógica ao serviço da democratização da escola e do insucesso e abandono escolar. É perceptível que a concetualização de competência aparece fortemente ancorada ao contexto laboral, requerendo não só a posse de recursos, mas também a capacidade de avaliar a sua pertinência num contexto particular, com vista a um fim, e de acordo com critérios de qualidade pré-definidos.

O conceito de competência é, deste modo, entendido como uma combinação de competências práticas e cognitivas, conhecimentos, motivação, valores e ética, bem como outras dimensões de carácter social e comportamental (Rychen & Tiana, 2005, pp. 33-34).

A este propósito, Perrenoud (2003) refuta uma visão utilitária do conceito de competência sem compreensão e fundamento, esclarecendo que não há competência sem conhecimento, embora possa haver conhecimento sem competência.

Rey (2002) postula a existência de duas dimensões (interior e exterior) ao indivíduo em relação à competência. Neste sentido, esclarece que, num sentido menos versado, o conceito de competência sugere “ao mesmo tempo, o visível e o oculto, o exterior e o interior, aquilo que numa ação é o mais padronizado e, também, por outro lado, aquilo que parece mais ligado à pessoa e, por conseguinte, o mais singular e o mais indizível” (p. 26).

Estas duas conceções, diametralmente opostas, encontram-se manifestas em grande parte da literatura, que apresenta o conceito de competência alternadamente como capacidade interna geradora de um indivíduo ou como uma série de comportamentos observáveis, estando esta última mais vinculada aos domínios da formação profissional.

Comungam desta aceção do conceito intrínseca ao indivíduo Neves, Garrido e Simões (2008) que definem o conceito de competência como “o desempenho de uma

atividade ou tarefa com sucesso, ou o desempenho adequado de um certo domínio do saber ou *skill* e com ênfase no indivíduo, o que contrasta com o conceito de qualificação que enfatiza mais a tarefa ou a função” (p.13).

Esta visão, perpetuada pelos autores, não vai além da comportamentalista e do saber fazer, reiterando que a competência é “uma constelação de comportamentos específicos, observáveis e verificáveis, que podem ser classificados em conjunto do ponto de vista da fiabilidade e da lógica e que estão relacionados com o sucesso no trabalho” (p.13).

Numa tentativa de síntese, o conceito de competência é geralmente definido na literatura da especialidade como um conjunto de peças, integrando conhecimentos, habilidades e atitudes (Lizzio & Wilson, 2004), sendo considerado um pré-requisito para o desempenho profissional adequado em contexto de trabalho (Hager, Gonczi, & Athanasou, 1990).

As diversas perspectivas apresentadas revelam uma certa consensualidade em relação ao conceito de competência quando a consideram geradora de uma ação, que pode ser intelectual ou prática, sendo essa ação funcional, útil e direcionada para um objetivo, que lhe confere o carácter intencional ou comportamental. Aludindo ao entendimento de Allal (2004), comungamos da opinião que uma competência pressupõe diversos conhecimentos para aplicação numa dada situação-problema, sendo orientada para uma dada finalidade.

Admitindo a polémica envolta no conceito de competência, Legrende (2008) apresenta a síntese das principais características do conceito (cf. Quadro 3.5):

Quadro 3.5 - Principais especificidades de competência

Principais especificidades de 'competência'	Explicitação
<b>Não pode ser vista diretamente</b>	Não pode ser apreendida através das suas manifestações observáveis. Refere-se às estruturas hipotéticas que subjazem à ação.
<b>É indissociável da atividade do sujeito e da singularidade do contexto na qual esta tem lugar</b>	É indissociável do indivíduo que a possui e do contexto no qual é exercida. Indivíduo no centro da análise; enfoque na ação em função de um determinado contexto.
<b>É estruturada de modo combinatório e dinâmico</b>	Não reside na soma dos elementos que a compõem, mas antes na sua organização dinâmica. Apresenta em simultâneo uma estrutura geral que permite guiar a ação específica e uma combinação particular de recursos, tanto internos como externos, através da qual essa estrutura se atualiza num dado contexto.
<b>É construída e evolutiva</b>	Não deve ser compreendida como um objeto estático, mas sim como um processo dinâmico de evolução constante. Esta evolução está fortemente ligada ao contexto no qual se efetua e ao reconhecimento que se faz do objeto.
<b>Comporta uma dimensão metacognitiva</b>	Supõe simultaneamente uma compreensão da situação e da forma como se atua sobre ela para ser eficaz. A dimensão metacognitiva da competência manifesta o papel heurístico que os saberes previamente adquiridos são chamados a desempenhar na prática.
<b>Compreende uma dimensão individual e coletiva</b>	A competência está socialmente situada e comporta uma dupla dimensão, individual e social ou coletiva. As competências individuais contribuem para a competência coletiva; esta, por sua vez, desenvolve-se, dando lugar a uma promoção das competências individuais.

Da análise do quadro anterior, depreende-se o carácter interativo que relaciona o comportamento individual com o uso da capacidade para identificar e mobilizar os recursos e as estratégias adequadas para a resolução de uma situação particular. Para tal devem estar integrados diversos elementos, saberes, saber fazer, práticas, atitudes, comportamentos, avaliações, entre outros fatores determinantes. Os recursos que a

competência mobiliza podem ser distinguidos em recursos internos e externos ao indivíduo.

Poder-se-á também concluir que a competência não é um estado, mas um processo dinâmico e interativo, através do qual ocorre a combinação e reconstrução de meios, para responder aos objetivos, inerentes a um contexto. A competência apresenta uma dimensão evolutiva de construção ao nível pessoal e social através das aprendizagens ao longo da vida e com a vida. A dimensão metacognitiva de competência, expressa no quadro anterior, diz respeito à capacidade de se afastar da ação e, ao mesmo tempo, refletir sobre ela, contribuindo-se para uma representação mental suscetível de orientação nas ações futuras. Destaca-se, ainda, o carácter individual, também associado ao conceito de competência que se reveste de uma dimensão social, uma vez que mobiliza tanto recursos individuais, como coletivos.

### **3.3.2. A evolução do conceito de competência para o ensino**

A visibilidade crescente do conceito de competência aparece em diversos contextos e domínios, tendo surgido no séc. XV, num contexto jurídico-legal, para denominar a autoridade concedida a uma instituição, alargado à capacidade dos indivíduos decorrente do saber ou da experiência (Bronckart & Dolz, 2004). Contudo, foi ao longo da década de 1990 que o conceito de competência adquiriu maior relevo nos discursos políticos e nos documentos oficiais movido pelas pressões económicas em resposta à evolução rápida dos saberes e das práticas profissionais (Pacheco, 2005; Roldão, 2003). Até então, a competência era perspectivada em termos do desempenho profissional e da produtividade com destaque para a autonomia, criatividade, capacidade intelectual, implícita num perfil profissional a ser formado (Silva, 2007).

Nas décadas subsequentes, o conceito de competência viria a viver metamorfoses consubstanciadas nas diversas perspetivas e contextos (Alves, Estêvão, & Morgado, 2006). Alguns autores entendem-na como um potencial individual biológico, interno a cada indivíduo, pela disposição inata ou uma estrutura mental que permite o desempenho como reflexo de competência, decorrente de mecanismos entre o mundo interior e o mundo exterior, ou seja a competência é vista como o volume de recursos individuais. (Allal, 2004; Bronckart & Dolz, 2004).

No quadro do desempenho laboral, com a crise do modelo taylorista da organização do trabalho, provocada pela necessidade de uma nova economia, influenciada pela expansão das tecnologias de comunicação e informação, assiste-se a mudanças constantes da sociedade e da tecnologia e, em consequência, das competências dos trabalhadores, sobretudo ao nível da flexibilidade, da mobilidade, da inovação, da confiança e da colaboração (Alves, Estêvão, & Morgado, 2006). Esta mutação corresponde a uma maior valorização da aprendizagem experiencial, da capacidade para resolver situações-problema em oposição aos saberes académicos.

Pelo exposto, é legítimo afirmar que a expansão do conceito de competência deu-se através de uma política de contestação da lógica das qualificações e certificações da formação profissional, dado que era exigida uma mudança dos perfis profissionais em virtude da rápida evolução nos contextos de trabalho. Também, neste contexto, se patenteia uma certa indefinição acerca do conceito de competência que atravessa o ser, o dever ser e o saber fazer (Bronckart & Dolz, 2004).

No seio educacional, a relevância curricular do conceito de competência surgiu ancorada à transposição de um sistema extremamente centralizado para um sistema que confere autonomia curricular às escolas, alicerçada num currículo organizado por competências, que se deseja mais flexível, em oposição a um currículo prescritivo e rígido (Roldão, 2003).

O conceito de competência surge, portanto, como eixo estruturador de uma política de crescimento económico europeu, através do capital humano para uma sociedade do conhecimento, facto que pressupõe uma educação e formação ao longo da vida para assim se dar resposta à elevada competitividade do mercado de trabalho (Comissão Europeia, 2002).

Segundo a Organization for Economic Cooperation and Development (OCDE, 2005a), a competência integra três grandes domínios: (1) o uso de ferramentas de forma interativa; (2) a interação em grupos heterogéneos e (3) o agir com autonomia.

Por conseguinte, no contexto educativo europeu, a noção de competência assume duas vertentes estruturantes: (1) competências-chave a adquirir por todos, de modo a garantir-se a integração com sucesso na sociedade e na economia do conhecimento, com ênfase na literacia, numeracia, uso das tecnologias de comunicação e informação e domínio de línguas estrangeiras e (2) formação ao longo da vida e política de novas

oportunidades com vista à promoção ou reciclagem da empregabilidade com a possibilidade de, a qualquer momento, renovar as competências adquiridas para uma mais fácil empregabilidade do indivíduo.

Nos documentos europeus, o conceito de competência surge como uma disposição que engloba conhecimentos, aptidões e atitudes adequadas a cada contexto e que oscilam entre competências essenciais e competências-chave. De acordo com as recomendações do Parlamento Europeu e do Conselho (2006), as competências essenciais para a aprendizagem ao longo da vida são aquelas que são necessárias a todos os indivíduos para uma inclusão social efetiva para o exercício de uma cidadania participada. Com estas recomendações, a noção de competência ganha maior clareza e realce, sobretudo, maior incidência na formação inicial dos jovens, capacitando-os com os meios necessários e as competências essenciais a um nível que os prepare para a vida adulta, constituindo os pré-requisitos para a aprendizagem ao longo da vida.

O quadro que se segue (Quadro 3.6) apresenta as competências essenciais que se constituem de referência, expressas pelas recomendações do Parlamento Europeu e do Conselho (2006). O mesmo organismo expressa para cada competência, os respetivos conhecimentos, habilidades e atitudes.

**Quadro 3.6 - Competências essenciais de referência do Parlamento Europeu e do Conselho**

Competências essenciais
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comunicação na língua materna;</li> <li>▪ Comunicação em línguas estrangeiras;</li> <li>▪ Competência matemática</li> <li>▪ Competências básicas em ciência e tecnologia;</li> <li>▪ Competência digital;</li> <li>▪ Aprender a aprender;</li> <li>▪ Competências sociais e cívicas;</li> <li>▪ Espírito de iniciativa e espírito empresarial;</li> <li>▪ Sensibilidade e expressão culturais.</li> </ul>

Similarmente, Baartman e Bruijn (2011), propõem as seguintes competências essenciais (Quadro 3.7):



Quadro 3.7- Competências essenciais postuladas por Baartman e Bruijn

Competências-essenciais
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Compreensão conceptual;</li> <li>▪ Resolução de problemas;</li> <li>▪ Habilidades Profissionais;</li> <li>▪ Desenvolvimento de conhecimentos;</li> <li>▪ Identidade profissional;</li> <li>▪ Desempenho profissional.</li> </ul>

A Organization for Economic Cooperation and Development (OCDE, 2002) define as competências-chave como um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes que deverão ser adquiridas até ao final da escolaridade e de que todos os indivíduos necessitam para o desempenho profissional, a inclusão social e subsequentemente como pré-requisito para a aprendizagem ao longo da vida. Esta apropriação pressupõe uma intervenção mais ativa em vários domínios e em vários contextos ou campos sociais para uma vida de sucesso global.

Coerente com a política geral dos países da Organization for Economic Cooperation and Development, a expansão das oportunidades para os indivíduos em vários domínios da vida, para uma melhoria das condições da vida em geral, dão primazia ao desenvolvimento das competências-chave como meio para atingir esses objetivos. O mesmo organismo considera que a definição e seleção das competências-chave dependem do que as sociedades consideram de valor através da influência dos indivíduos, grupos e instituições dentro dessas mesmas sociedades. Portanto, a visão do mundo surge como ponto de referência normativo para a identificação e seleção das competências-chave que promovam socialmente e economicamente o bem-estar individual e a equidade social.

Esta referencialidade é sustentada em convenções e acordos internacionais (por exemplo, a Declaração Universal dos Direitos Humanos) que declaram os princípios básicos dos direitos humanos, sistemas de valores democráticos postulados para o desenvolvimento sustentável. A mesma fonte refere que uma forma de validação das competências-chave é a análise da relação dos resultados desejados em relação aos obtidos e a coerência com os acordos internacionais.

O quadro, que se segue (Quadro 3.8), sintetiza os critérios sugeridos por Eurydice (2002) para a seleção das competências-chave para a formação de indivíduos funcionais em diferentes comunidades.

Quadro 3.8- Critérios e indicadores para a seleção de competências-chave

Critérios	Indicadores
<b>Equidade-social</b>	Independentemente do género, classe, raça, cultura, origem familiar ou língua materna.
<b>Adequação ética, económica e cultural</b>	Estar de acordo com os valores e convenções éticos, económicos e culturais da sociedade em questão.
<b>Adequação ao contexto</b>	Adequadas ao contexto onde vão ser aplicadas.
<b>Imparcialidade</b>	Não devem ter em conta estilos de vida particulares, mas somente situações comuns e mais prováveis que os indivíduos vão enfrentar ao longo da vida.

Uma questão de fundo se afigura quanto à validação das competências-chave selecionadas: As competências identificadas contribuem significativamente para uma vida de sucesso e um bom funcionamento da sociedade, no sentido dos resultados desejados? A este respeito muitos estudiosos e especialistas reconhecem que lidar com uma multiplicidade de exigências e desafios complexos da vida moderna, requer que o indivíduo assuma uma postura crítica, reflexiva e holística da vida, e que para que uma competência seja considerada chave tem que contribuir para resultados válidos numa variedade de contextos (OCDE, 1998).

Com a necessidade de concertação europeia, a Organization for Economic Cooperation and Development concebeu o Programa DeSeCo (Desenvolvimento e seleção de competências) a fim de concretizar os seguintes objetivos (OCDE, 1998):

- (1) Através de uma abordagem científica interdisciplinar identificar e selecionar, um conjunto das competências vitais que concorram para que os indivíduos levem vidas de sucesso para o contributo na sociedade perante os desafios do presente e do futuro;
- (2) Desenvolver conhecimentos teóricos acerca de capacidades e competências;
- (3) Analisar fundamentos válidos para a validação de indicadores de avaliação e apresentar feedback sobre as políticas educativas europeias.

Fruto das rápidas mudanças na vida económica, social e política, resultante das novas tecnologias e do processo de globalização, as nações e comunidades reconhecem

cada vez mais que os seus futuros dependem de elevados níveis de conhecimentos, capacidades e competências. Este reconhecimento aparece expresso nas palavras de Salganik, Rychen, Moser, e Konstant (1999):

Com um foco crescente nos resultados da educação, levou os decisores políticos a buscar informação acerca dos níveis de capacidades da população e acerca dos efeitos da educação, formação e aprendizagem informal sobre essas capacidades. Para informar o processo de decisão política, a OCDE está a desenvolver indicadores internacionalmente comparáveis de capacidades e competências, e dos seus papéis na promoção do bem-estar individual, social e económico. (p.5)

Esta perspetiva de valorização do capital humano encontra-se correlacionada com o desenvolvimento de competências através das aprendizagens ao longo da vida, de forma a garantir-se a eficaz resposta das sociedades perante os desafios da globalização. Por outro lado a ênfase dada ao domínio das tecnologias de informação e comunicação exige uma aprendizagem permanente e atualizada em prol de uma mais rápida e ampla informação (OCDE, 2005a).

O projeto DeSeCo deposita, desde a sua criação, a ênfase nas avaliações regulares dos resultados para possíveis comparações ao nível internacional, como importante fonte de informação em auxílio das decisões políticas inerentes a cada reforma e às metas standardizadas de qualidade. Debruçam-se também em questões relativas a competências cívicas, relação entre competências, aprendizagem e o ensino de competências e mercado de trabalho (Rychen, Salganik, & McLaughlin, 2003).

O mesmo projeto sustenta ainda que o conceito de competência difere do conceito de conhecimento e habilidade, sendo o primeiro a capacidade de responder a desafios de elevado nível de complexidade, implicando sistemas de ação complexos. Já o conceito de conhecimento reporta-se para um corpo de informação alcançada pela aprendizagem, investigação, observação ou experiência ao longo da vida. O conceito habilidade é usado segundo o projeto para denominar a capacidade para usar o conhecimento em resposta a uma determinada tarefa ou situação (Rychen & Salganik, 2000).

Esta perspectiva funcional de competência é segundo o projeto intrínseca às estruturas internas do indivíduo, e que pressupõe a capacidade, aptidão, e disposição nata.

Neste contexto, Rychen e Tiana (2005), propõem a conceptualização de competência como:

Uma combinação de competências práticas e cognitivas inter-relacionadas, conhecimento (incluindo o conhecimento tácito), motivação, valores e ética, bem como outras variáveis de carácter social e comportamental (pp. 33, 34).

Billett (2001) aponta a pertinência da experiência profissional com contribuição da psicologia cognitiva enfatizada pelos processos internos, sociais e culturais que perspetivam as teorias do conhecimento como o resultado da construção recíproca decorrente da participação dos alunos na prática social.

### 3.3.3. Tipos de Competências

Dado o carácter abrangente e polissémico do conceito de competência, propõe-se neste item apresentar, ainda que de forma sucinta algumas classificações de tipos de competências proferidas por alguns autores tendo em conta o objeto, o contexto e a sua aplicação.

Assim, na asserção de Pacheco (2005), competência pode ser de três tipos:

- (1) *Competência operacional (knowing how)*, com realce no desempenho e no saber em ação;
- (2) *Competência cognitiva (knowing that)* enquanto potencial na construção de conhecimento, estruturas cognitivas e metacognitivas;
- (3) *Competência metodológica*, transversal ao aprender a aprender e ao saber aplicar.

Outra classificação é proposta por Neves, Garrido e Simões (2008) caracterizando a competência em:

- (1) *Competências pessoais* (por exemplo, resolver problemas, tomar decisões, estabelecimento de objetivos, entre outros...);
- (2) *Competências, interpessoais* (por exemplo a comunicação interpessoal, a gestão de dissemelhanças, o trabalho colaborativo ou cooperativo, entre outros) e instrumentais (por exemplo no contexto empresarial a que se reportam citam por exemplo, fazer entrevistas ou procurar emprego).

Outras classificações são possíveis deslumbrar na literatura, por exemplo: (1) *competências de estudo* (Rosário, Trigo, & Guimarães, 2003); (2) *competências educativas* (Del Prette & Del Prette, 2008); (3) *competências cognitivas* (Almeida & Balão, 1996), entre outras.

No contexto educativo português, encontram-se variedades de tipos de classificação de competências, com realce nas competências essenciais e nas competências-chave já citadas anteriormente. As primeiras dizem respeito ao perfil de formação e incluem as competências transversais por disciplina, e as competências-chave as determinadas para o perfil à saída do curso.

Outras classificações encontradas centram-se nos níveis de complexidade das competências como as apresentadas por Rey, Carette, DeFrance e Kahn (2005), que sustentam três níveis de competências:

- (1) *Competência elementar ou processual (primeiro grau)* - envolve a execução de uma ação como resposta a um dado contexto;
- (2) *Competência de segundo grau* - demanda que se domine o enquadramento da situação para uma escolha consciente e informada dos processos que melhor se adaptem;
- (3) *Competências complexas (terceiro grau)* - requerem que o indivíduo, confrontado com uma situação de carácter mais complexo, escolha e articule os processos que melhor se adaptem à situação.

Importa referir que o grau de competência utilizado por um indivíduo resulta do grau do domínio geral dos saberes inerentes, comprometendo muitas vezes uma resposta eficaz a situações concretas, como seria desejável.

### 3.3.4. Conceptualização de conhecimentos e habilidades - Processos de integração entre conhecimento e habilidades

A partir de uma perspectiva psicológica cognitiva, diferentes tipos de conhecimento podem ser apresentados, residindo essa distinção no que é entendimento por *conhecimento declarativo* e por *conhecimento processual*. O primeiro caracteriza-se pela informação factual que um indivíduo sabe e mostra (Anderson & Schunn, 2000), o segundo tipo, diz respeito ao conhecimento que não é suscetível de comunicação, sendo que se pode considerar a existência de conexão deste tipo de conhecimentos com fragmentos do conhecimento declarativo. Acrescenta-se um terceiro tipo de conhecimento - *conhecimento estratégico ou metacognitivo*, que diz respeito ao conhecimento sobre a tarefa, o contexto, e os processos de resolução de situações-problema (Krathwohl, 2002).

Miller (1990) subdivide o *conhecimento declarativo* em *conhecimento sobre* e *conhecimento como*. O *conhecimento sobre* invoca o conhecimento sobre os fatos, conceitos e definições. O *conhecimento como* é explicitado em termos do saber como fazer sem realmente agir. Aludindo à perspectiva do mesmo autor, o *conhecimento como* pode se referir tanto ao conhecimento declarativo como ao conhecimento processual. Fundamenta esta perspectiva apresentando o exemplo do martelo, em que um indivíduo pode explicitar como segurar corretamente um martelo, mas não pode relatar as ações reais no que concerne ao modo como deve agir para acertar num prego.

Acrescenta-se o conceito de *conhecimento tácito* que é usualmente utilizado no contexto das ações dos profissionais (Schön, 1983) ou no desempenho de peritos de performance (Boshuizen, 2003), e diz respeito ao conhecimento automático do conhecimento declarativo. Isto implica haver uma certa inconsciência do conhecimento. Desta forma o conhecimento declarativo para um estagiário pode ser considerado conhecimento tácito para um perito, que se baseia em rotinas (Berliner, 1995).

As habilidades surgem entrelaçadas com os conhecimentos e pertencem ao domínio psicomotor da manipulação e construção (Morrison, Kemp, & Ross, 2001).

Outro contributo, é o deixado por Fitts e Posner citado por Baartman e Bruijn (2011) que definem o desempenho qualificado em termos da sequência organizada de atividades que inclui simultaneamente a organização do movimento e a informação simbólica, ou seja as habilidades motoras e habilidades cognitivas.

Numa tentativa de síntese, postulamos que as habilidades dizem respeito ao como fazer ou agir na prática, subdividindo-se, em habilidades motoras e habilidades cognitivas. Apoiando-nos no perspectivado por Baartman e Bruijn (2011) em particular no ensino profissional as habilidades motoras desempenham um papel crucial assumindo uma ênfase mais explícita relativamente ao que ocorre no ensino regular.

As teorias sociais/culturais perspectivam o conhecimento e as habilidades dos indivíduos, inseparável do mundo social onde pensam e atuam, fazendo parte duma mesma realidade (Scribner & Beach, 1993). O conhecimento é uma premissa na atuação no mundo social, em que um indivíduo utiliza tanto o *conhecimento sobre* como o *conhecimento como*, que adquire através da interação que estabelece com o mundo social.

A conceptualização dos processos de integração apresenta-se nesta secção em analogia com a transferência. Assim, as teorias sociais/culturais conceptualizam a transferência como a capacidade de aprender em novas situações, onde o conhecimento e as habilidades pré-existentes não são simplesmente transferidos para uma nova situação, incorrendo esta mutação na adequação às exigências da nova situação (Tuomi-Gröhn & Engeström, 2003). Para que haja ocorrência de transferência, os alunos devem perceber semelhanças e diferenças entre as tarefas, e construir modelos mentais das relações entre as tarefas. Similarmente, os processos de integração originam a construção de relações entre fragmentos de conhecimentos, habilidades e atitudes. Tanto os processos de integração como os processos de transferência estão a ser encarados como indispensáveis para o desenvolvimento da competência profissional como é depreendido na figura que se segue (Figura 3.2).

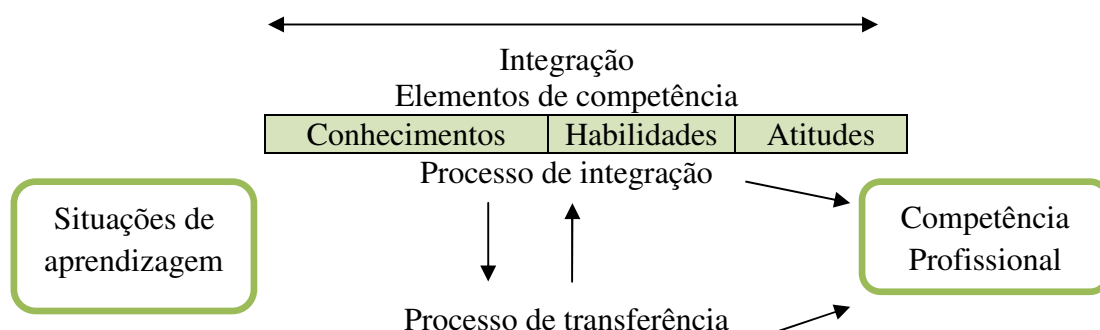


Figura 3.2- Processos de integração e transferência. Adaptado In: (Baartman & Bruijn, 2011)

Os processos de integração decorrem segundo diferentes tipos, a saber:

(1) *Integração baixa* - Ocorre como resultado da prática para o desempenho automático. A transferência de uma nova tarefa que compartilha algumas das suas especificidades com as tarefas anteriores ocasiona automaticamente onde os conhecimentos necessários são transferidos para a nova tarefa (Salomon & Perkins, 1989).

Alguns teóricos (ver por exemplo Anderson & Schunn (2000)) postulam que uma habilidade bem aprendida ocasiona automaticamente conhecimento, condutor à resolução pertinente e eficaz da tarefa. A rapidez e o êxito deste processo caracteriza a fluência da performance e dependem da familiaridade com a tarefa e da quantidade de aprendizagem anteriores, tornando-se este processo cada vez mais rápido e automático com a prática.

Fitts e Posner, citados por Baartman e Bruijn (2011), descrevem o processo de desenvolvimento de conhecimentos em três fases. A primeira, a fase cognitiva, aborda o desenvolvimento do conhecimento declarativo, que pode ser caracterizado como uma “colcha de retalhos” de sequências antigas de transferências consubstanciadas em experiências de aprendizagens anteriores. Na segunda fase designada por associativa, emergem novos padrões de conhecimento, onde fragmentos de conhecimento declarativo se convertem em conhecimento processual. Para concluir, a fase autónoma, que pressupõe a prática e a reflexão sobre os obstáculos para atingir a proficiência de um perito.

No mesmo domínio Illeris (2004) apresenta quatro tipos de fases consubstanciadas no modelo de esquema mental de Piaget, para o qual a aprendizagem resulta da informação armazenada em modelos mentais resultantes de diferentes processos. O mais básico processo de desenvolvimento de conhecimentos, apresentado por Illeris (2004), é caracterizado pela acumulação e armazenamento de informação que ocorre independentemente de outros modelos mentais pré-existentes, o que significa que esses conhecimentos só poderão ser recordados e aplicados em situações em contextos semelhantes. Para explicitação, o mesmo autor apresenta o caso do desempenho em soldagem, que pressupõe o domínio de conhecimentos ao nível dos materiais e ferramentas. Neste caso particular, a ação envolve o saber atuar de modo a não danificar o material, garantindo-se simultaneamente as condições de segurança e a instalação do



mecanismo, tendo por base o desenho técnico do mesmo. A maior parte da tarefa pode ser concretizada automaticamente (habilidades motoras) sem um conhecimento consciente (saber porquê).

Em jeito de conclusão, a integração baixa pode ocorrer como um processo em que o conhecimento e as habilidades são parte de uma mesma prática para o desempenho automático. Neste processo, o conhecimento e as habilidades tornam-se cada vez mais implícitas à medida que são interiorizadas e apreendidas pelo aluno, que estabelece conexões entre o conhecimento e habilidades pré-existentes, facto que implica o saber em ação, sem plena consciência do saber porquê.

(2) *Integração alta* – Esta integração requer reflexão sobre e na ação (Schön, 1983). Pressupõe a recolha de informação do contexto de origem em prol da sua utilização em novos contextos. Este tipo de integração difere do anterior pela consciência da ação (saber porquê), onde a ação consciente conduzirá à alta integração entre conhecimentos e habilidades.

Vários teóricos postulam que a integração alta ocorre quando o aluno reflete sobre a tarefa subtraindo daí um novo esquema mental de conhecimentos e habilidades que se aglutinam aos já existentes, designando-se este processo, de processo de assimilação, nas teorias de transferência (Piaget, 1970) ou processo de enriquecimento das teorias de mudança conceptual (Vosniadou, 2007).

Nas teorias de mudança conceitual, o enriquecimento é entendido como a forma mais simples de alterar um modelo mental existente, em função da nova informação que é acrescentada a um quadro teórico existente através de mecanismos que impõem a consistência dos novos conhecimento com os já existentes (Chinn & Brewer, 1993).

Perspetiva Illeris (2004) que a assimilação é um tipo de aprendizagem que resulta da aquisição de novas informações que se ligam a um esquema pré-existente. Acrescenta Eraut (2003) que se trata de um modelo ligando a diferentes tipos de pensamento durante a atividade profissional no local de trabalho. Considera, ainda, que quando as pessoas têm pouco tempo para refletir, as suas ações dependem da apreensão de padrões ou interpretação rápida, tornando-se a tomada de decisão imediata ou intuitiva. Este processo tem probabilidade de ocorrer especialmente aquando da baixa integração. Ao contrário,

quando se dispõe de tempo para refletir, os processos tornam-se mais deliberativos ou analíticos, onde a análise e a reflexão da situação tanto ao nível individual ou coletivamente se torna determinante. Em particular no contexto profissional numa dimensão supervisora as ações são planeadas periodicamente revistas e monitorizadas em prol de uma maximização e otimização da sua gestão.

Depreende-se, pelo exposto, que a reflexão assume o aspeto central deste tipo de integração, onde o indivíduo procura incessantemente os “porquês” das suas ações, isto é, em permanente ação-reflexão.

Raelin (2000) salvaguarda, no entanto, que a realização de uma tarefa não é suficiente para a produção de aprendizagem, devendo esta ocorrer perante a reflexão sobre situações complexas onde o “fazer” dará lugar ao “tentar fazer”.

Este saber em ação refere-se ao conhecimento principalmente implícito, resultante da reflexão na e sobre a ação, onde a tomada de consciência de "teorias implícitas", acarreta mais funcionalidade no âmbito do controle e monitorização que se traduz na distinção entre teorias defendidas ideologicamente e as teorias corretas resultantes da ação. Sintetizando, a integração alta pode ser conceptualizada em termos do processo alimentado pela reflexão na e sobre a ação, ocorrendo quando se está perante tarefas que não podem ser concretizadas sem reflexão e sobre os conhecimentos e habilidades disponíveis. Assim na integração alta o conhecimento, e as novas habilidades são apropriadas durante a prática e reflexão, ancoradas a modelos mentais existentes que podem ou não apresenta-se em conformidade ou compatíveis com os atuais. Desses conflitos emerge uma terceira forma de integração – *integração transformadora*.

(3) *Integração transformadora* – Ocorre quando um indivíduo se depara com a necessidade de atualização dos seus conhecimentos em função de uma dada tarefa que exige princípios completamente diferentes dos apropriados até então. Decorrente desta incompatibilidade, urge a necessidade de apropriação de novos pressupostos e premissas que resultam da "reflexão crítica" (Van Woerkom, 2004), onde modelos mentais existentes são alterados. À semelhança da alta integração, também a integração transformadora depende da reflexão, contudo, a reflexão exercida na alta integração assume um carácter meramente instrumental, ao invés da reflexão crítica que não se pode tornar parte integrante da ação imediata, pois

requer tempo para reavaliar as perspectivas, para a partir daí se necessário transformá-las.

Processos de aprendizagem que podem decorrer da integração transformadora são os consubstanciados na *revisão* ou *alojamento*, sendo este último descrito na perspectiva de Illeris (2004) como a conexão das novas informações com os modelos mentais existentes, exigindo a sua divisão parcial para dar lugar às novas informações. No que concerne à revisão, os processos de aprendizagem decorrem de uma mudança ao nível conceptual (Vosniadou, 2007).

Illeris (2004) acrescenta um novo processo de aprendizagem decorrente da integração transformadora - a *aprendizagem expansiva*. Caracteriza-a como de autorreflexão, envolvendo não só alterações cognitivas, mas também ao nível social e emocional. Neste processo a reflexão crítica dá lugar à transformação dos pressupostos e premissas intrínsecas a cada indivíduo, facto que pressupõe uma constante formação da identidade que não se baseia apenas numa acumulação de conhecimentos e habilidades, como é muitas vezes retratado em teorias cognitivas (Schaap, De Bruijn, Van der Schaaf, & Kirschner, 2009).

A este respeito, e em particular no contexto do ensino profissional, Colley, James, Tedder e Diment (2003) corroboram que a aprendizagem não deve restringir-se apenas à aquisição de habilidades e conhecimentos para a promoção da competência no local de trabalho, entendendo que a identidade dos alunos é formada através da sua participação ativa em ambientes laborais, para a partir dessas experiências enriquecer o “saber agir perante” tornando-os mais aptos para determinadas profissões de acordo com os processos de ação.

A aprendizagem decorrente da integração transformadora inclui também componentes de cariz social e emocional. Desta forma, e de acordo com vários estudos realizados, a reflexão crítica pode originar constrangimentos e pressões uma vez que as comunidades de prática nos locais de trabalho, desenvolvem as suas atividades em conformidade com teorias defendidas que são geralmente aceites como normas, obrigando este facto a que muitos indivíduos mantenham as suas teorias em uso privado.

Do exposto anteriormente, conclui-se que a integração transformadora também exige a capacidade de resistir à pressão social (Van Woerkom, 2004). Assim postulamos,

em particular no contexto profissional, que é necessário os indivíduos avaliarem criticamente e em permanência as novas informações. Além disso, consideramos que a prática sem reflexão analítica impossibilita a integração transformadora, necessária à maximização de respostas perante as constantes mudanças profissionais. Isto é, apesar de certas tarefas exigirem uma execução automática para se garantir a rápida ação, um técnico especialista necessita sempre de refletir sobre, devendo assumir sempre um espírito crítico e flexivo, permitindo a possibilidade de mudança, se necessário, do seu modelo mental (*integração transformadora*).

### 3.3.5. Conceptualização de atitudes - Processos de integração de atitudes

A literatura diversa em ciências da educação apresenta as atitudes como componente integrada na competência profissional, distinguindo-a do mero conhecimento e habilidade. Ressalta da tentativa de conceptualização uma diversidade de perspectivas, por vezes contraditórias, acerca do desenvolvimento de atitudes, separadamente do desenvolvimento de conhecimentos e habilidades (Baartman & Bruijn, 2011).

Perante a diversidade de perspectivas analisadas acerca da conceptualização de atitudes, passamos a apresentar algumas das que se nos afiguraram mais esclarecedoras.

Atitudes são consideradas geralmente como um dos objetivos da aprendizagem (Gagné, 1985). Em psicologia social, atitudes têm sido alvo de importantes debates e pesquisa, há quase um século, incidindo o foco de discussão na sua conceptualização. As diversas definições analisadas são apresentadas de acordo com as seguintes especificidades: (1) atitudes focalizadas em objetos gerais; (2) distinção entre as atitudes implícitas e explícitas; (3) influência de um contexto específico na estabilidade de atitudes.

Numa primeira apropriação, as atitudes eram apresentadas em termos muito gerais. Contudo, considerando o contexto da presente investigação, o ensino profissional, a sua conceptualização será apresentada em termos da sua conexão com as habilidades e conhecimentos no desempenho de tarefas profissionais em contexto de trabalho.

Alguns autores (ver por exemplo Wilson, Lindsey, & Schooler (2000)) sugerem uma distinção entre atitudes implícitas e explícitas. Consideram que atitudes implícitas são mencionadas para representar atitudes inconscientes ou atitudes anteriormente adquiridas, enquanto que as atitudes explícitas são conscientes e/ou recém-adquirida.

Acrescenta Illeris (2004), que atitudes que são conscientemente acessíveis (ou explícitas) parecem mais difíceis de mudança do que as atitudes inacessíveis, uma vez que a sua consciência com base na reflexão crítica pode aumentar a resistência à mudança.

Outra distinção é a apresentada em termos da estabilidade de atitudes, entendidas por alguns pesquisadores como um traço de representações (Fazio, 2007) e por outros como o produto da sua construção num determinado contexto (Schwartz & Bohner, 2001).

De acordo com o perspectivado por Albarracin, Johnson, Zanna e Kumkale (2005) as atitudes são o resultado de processos de socialização de longa duração que têm início na infância e decorre até à fase adulta, perante contextos específicos.

Aludindo ao contexto do ensino profissional, também aqui o processo de aprendizagem pode ser perspectivado em termos de um processo de socialização para a formação da identidade de um futuro profissional. Esta ideia de “habitus profissional” é entendida por Bourdieu, citado por Baartman e Bruijn (2011) como a combinação de características individuais com hábitos e disposições, tendo por base normas coletivas e sociais. Um processo de socialização forma gradualmente um indivíduo para uma vocação, considerando a mais ajustada ao seu “habitus profissional” (Hodkinson, Biesta, & James, 2008), onde as atitudes desenvolvidas podem ser entendidas como um fator dinâmico de mediação entre a capacidade potencial intrínseca a cada indivíduo e as exigências provenientes do contexto de trabalho (Ellström, 1998). Isto significa que as atitudes perspectivam-se como o resultado de um processo de socialização que depende de dois fatores: (1) o ambiente social; e (2) características individuais que limitam os horizontes da ação.

A descrição da integração de atitudes, que a seguir se explicita, delineia-se de forma similar relativa aos processos de integração entre conhecimentos e habilidades descritos anteriormente, e segue a linha de pensamento de Krosnick, Judd e Wittenbrink, (2005).

Segundo Krosnick, Judd e Wittenbrink (2005), a fase da ativação automática de atitudes decorre automaticamente e inconscientemente a partir de memória a longo prazo, sendo desenvolvidas perante experiências frequentes. Nesta fase de deliberação, um indivíduo consciente procura informações para a partir daí desenvolver uma atitude em função dum contexto específico. Esta deliberação só ocorrerá se os fatores condicionantes forem favoráveis, tais como o tempo, os recursos cognitivos, a motivação, entre outros.

A integração de atitudes pode ocorrer do seguinte modo:

(1) *Baixa integração* - as atitudes básicas para o desempenho de uma tarefa são hipótese a ser integradas com conhecimentos e habilidades, sendo desenvolvidas e integradas por meio da prática para o desempenho automático, comparável à ativação automática de atitudes (Krosnick, Judd, & Wittenbrink, 2005).

Esta fase caracteriza-se pela acção automática e principalmente inconsciente, à semelhança do que ocorre no conhecimento na acção.

(2) *Alta integração* – Em contraste com a baixa integração, neste tipo de integração, o entendimento de uma atitude em função de um contexto desempenha um papel determinante na procura dos argumentos que justificam determinada atitude (Krosnick, Judd, & Wittenbrink, 2005).

Pressupõe-se na alta integração igualmente a capacidade de assumir uma atitude crítica perante uma acção, desenvolvendo um juízo de valor que pode ser focalizado na própria prática.

(3) *Integração de transformação* - A atitude auto crítica desempenha um papel crucial na disposição para a alteração de práticas, ao invés da inclusão de forma redutora de novos conhecimentos e habilidades, sem a necessária avaliação das acções anteriores (Mezirow, 1990).

A respeito da reflexão crítica em contexto de trabalho, Van Woerkom (2004) desenvolveu diversos trabalhos, com base em entrevistas a empregadores e trabalhadores. Estes trabalhos procuravam respostas, por exemplo ao nível da experimentação, reflexão, aprendizagem a partir dos erros cometidos, consciência de carreira, visão compartilhada, feedback, grupos colaborativos/cooperativos. Nestes trabalhos vincula-se a auto reflexão, ancorada tanto à alta integração como à integração transformadora, onde uma atitude crítica e reflexiva exige comportamentos de risco face a uma posição vulnerável em termos da pressão social (Van Woerkom, 2004).

Em jeito de síntese, as atitudes consideradas básicas são integradas por meio da baixa integração, ao contrário da alta integração que exige atitudes relacionadas com o trabalho e a integração transformadora que pressupõe atitudes que são inerentes a cada indivíduo.

Invocando o ensino profissional, postulamos que as tarefas implícitas nas situações-problema devem desencadear de forma equilibrada e harmoniosa os diversos processos de integração descritas anteriormente. Segundo Newell e Simon citados por Baartman e Bruijn (2011), uma distinção útil pode ser apresentada em termos de situações-problema mal definidas e bem definidas, sendo que a sua qualidade reside no estado inicial bem definido, e num conjunto de operadores para transformar o estado inicial num estado objetivo.

Quando um aluno é confrontado com uma tarefa em contexto profissional bem definida, é-lhe exigido que mobilize conhecimento, habilidades e atitudes para um desempenho adequado. Esse desempenho provavelmente desencadeará uma baixa integração, se executar a tarefa de forma rápida e fluente, onde os conhecimentos, habilidades e atitudes são automaticamente aplicados sem haver lugar à reflexão dos procedimentos.

Contrariamente, outra situação pode ocorrer se o aluno for confrontado com uma tarefa mal definida. Embora os conhecimentos necessários, habilidades e atitudes para a execução da tarefa estejam presentes, a tarefa mal definida não lhe permite um desempenho automático, sendo obrigado a refletir permanentemente de modo a estabelecer-se conexões entre os conhecimentos, habilidades e atitudes por meio da alta integração, que possivelmente levam à integração transformadora, uma vez que modelos mentais existentes poderão ser alterados em função da natureza da tarefa.

Sintetizando, a integração entre os conhecimentos, habilidades e atitudes ocorre segundo a baixa, alta e transformadora integração, que tem lugar durante a realização de diferentes tarefas de aprendizagem profissional, facto que acaba por conduzir à competência profissional.

### **3.4. - Gestão Curricular da Matemática para o desenvolvimento de competências no ensino profissional - Competências como eixo organizador**

No contexto dos sistemas de ensino profissional, o conceito de competência aparece internacionalmente como eixo organizador, constituindo uma norma jurídica para as várias instituições (Ministério da Educação, 2004<sup>a</sup>; Kyrö, 2006; Ministerium Education, 2009).

A conceção de competência aparece definida em termos de atos e comportamentos observáveis, contemplando conhecimentos, capacidades e atitudes, aproximando-se assim de noções como desempenho e eficácia, com o propósito de padronizar, através de referenciais de competências a adquirir no curso profissional (Ministério da Educação, 2004a; Kyrö, 2006; Ministerium Education, 2009).

A aceção do conceito de competência como comportamento observável teve origem na necessidade de alterar a pedagogia por objetivos para uma pedagogia centrada em referenciais de competências inerentes a um perfil profissional, que reporta a pedagogia para o que os alunos devem saber fazer, procurando-se deste modo dar resposta às dificuldades da pedagogia centrada nos objetivos. Esta perspetiva atual relaciona-se ao nível internacional com a conjectura da competitividade pela organização do trabalho, que requer trabalhadores capazes, com iniciativa, capacidade de colaboração, inovação e empreendedorismo, uma vez que o contexto laboral instável apela em simultâneo à aprendizagem ao longo da vida para uma adequada formação relativa às necessidades individuais (Comissão Europeia, 2002).

A competitividade e as competências surgem no contexto profissional muitas vezes associadas, pelo que, segundo o projeto Erasmus: Skills for the Future, só quando os alunos adquirirem conhecimentos, capacidades e atitudes significativas para as empresas, é que o sector empresarial atingirá um desenvolvimento dinâmico.

No seguimento do exposto, é defendido que a escola promova o desenvolvimento das seguintes competências (Erasmus, P., 2010; Kyrö, 2006; Ministério da Educação, 2004a; Ministerium Education, 2009):



Quadro 3.9 - Competências a desenvolver pela escola

Competências	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Respeito pelos outros;</li> <li>▪ Lealdade para com a sociedade;</li> <li>▪ Disposição para assumir tarefas;</li> <li>▪ Flexibilidade de tempo,</li> <li>▪ Mobilidade das pessoas;</li> <li>▪ Honestidade - a ética pessoal,</li> <li>▪ Autoconhecimento;</li> <li>▪ Conhecimento de média, tecnologia e informática;</li> <li>▪ Aprendizagem;</li> <li>▪ Planeamento e organização;</li> <li>▪ Cidadania;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Assumir responsabilidades;</li> <li>▪ Comunicação;</li> <li>▪ Trabalho em colaboração e cooperação com outros;</li> <li>▪ Abertura para os problemas dos outros;</li> <li>▪ Partilha de conhecimentos e experiências próprias;</li> <li>▪ Capacidade de resposta a diferentes situações-problema;</li> <li>▪ Capacidade operacional, de iniciativa e empreendedorismo.</li> </ul>

Para explicitação das competências acima expressas foi desenvolvido um trabalho colaborativo entre instituições empresariais e educacionais nos vários países analisados, tendo-se em conta os objetivos, conteúdos e temas transversais.

Na educação secundária as competências incidem essencialmente na cidadania ativa, no empreendedorismo, no bem-estar, segurança, desenvolvimento sustentável, na identidade cultural e no conhecimento das culturas, tecnologia, sociedade, média e comunicação (Ministério da Educação, 2004a; Kyrö, 2006; Ministerium Education, 2009).

Importa destacar, a inclusão da competência matemática que aparece integrada nos objetivos do ensino finlandês, facto que não é singularmente realçado no contexto português (Ministerium Education, 2009). Apesar disso, da análise feita aos sistemas de ensino dos países acima mencionados verificou-se que as competências relacionadas com as tecnologias aparecem incorporadas em várias disciplinas e em particular no programa do ensino da Matemática nos diversos níveis (Kyrö, 2006; Ministério da Educação, 2004a; Ministerium Education, 2009).

No contexto finlandês, denota-se no sistema de ensino um forte contributo para a promoção do empreendedorismo. De acordo com o Programa do Governo finlandês, medidas diversificadas de educação para a expansão do empreendedorismo serão realizadas em todos os níveis de educação, incluindo o ensino superior. O objetivo destas medidas é inculcar atitudes positivas, desenvolvimento de conhecimentos e capacidades em matéria de empreendedorismo nomeadamente, gerar novos negócios, desenvolvimento das competências dos empresários e seus funcionários, e introdução de dinâmicas de

funcionamento empresarial no trabalho e em outras atividades (Ministerium Education, 2009).

O conceito de competência aparece preponderante nos discursos da Educação Matemática, sobretudo no âmbito da GCM nos CP do ensino secundário português, donde se fala do ensino por competências.

Ao nível internacional assiste-se a um destaque dos modelos económicos baseados no conhecimento, que certamente influenciam o papel da escola e logicamente de forma substantiva a GC por competências, para uma sociedade globalizante baseada nos resultados e na produtividade.

Em diversos trabalhos, constatamos a atribuição da noção de conhecimento ao carácter holístico que o enfoque pedagógico-curricular confere à noção de competência (D'Amore, Godino, Arrigo, & Fandiño, 2003; Godino, Batanero, & Font, 2007). Desta perspetiva, conhecer/saber requer não só o uso competente dos objetos constituintes do conhecimento mas também a capacidade/habilidade de relacionar os diversos objetos entre si, o que compreende aplicá-los adequadamente na resolução de situações-problema.

A conceção da aprendizagem como um processo ao longo da vida, pressupõe que as competências devam ser entendidas como referenciais para a gestão dos professores, ajudando-os na seleção das situações-problema a propor aos alunos.

Acrescenta-se o facto, de para o cumprimento das diretrizes que estão na origem da criação dos CP, se criem condições de ensino-aprendizagem específicas do ensino profissional e que compreendem (1) que toda a realidade envolvente é utilizável como recurso educativo; (2) a responsabilização das empresas e instituições no processo; e (3) a aprendizagem dos alunos em contexto real de trabalho (Gonçalves & Martins, 2006).

A criação de novas alternativas académicas através de vias profissionalizantes acarreta diversos desafios em particular inerentes à GCM para os CP, que desde 2004 têm ficado à mercê da sensibilidade dos docentes que os lecionam, facto que justifica a pertinência da presente investigação.

A GCM é objeto de interesse crescente. Assim, no quadro do contexto profissional interessa compreender qual o contributo da Matemática para o desenvolvimento de competências para o exercício de uma profissão. Alicerçada na formação do perfil à saída do curso, importa analisar de que forma deverá ser concretizado o plano curricular.

O programa de Matemática para os CPIII apresenta o conceito de

competência como:

Um corpo coerente de conhecimentos, atitudes ou capacidades e (habilidades na escolha e depois no manejo das ferramentas, quaisquer que elas sejam), que só os resultados operados na ação autónoma dos estudantes garantam que tenham sido desenvolvidas para serem úteis na vida. (p.4)

A GC por competências no ensino profissional acarreta consequências ao nível didático e pedagógico que não devem ser descuradas, na medida em que exige aos professores não só uma atualização ao nível dos conhecimentos como também ao nível da natureza dos objetivos de formação docente.

A lógica inerente à gestão por competências parece privilegiar a contextualização dos saberes ao mercado laboral, aligeirando a formação global do indivíduo, pois desvaloriza os conhecimentos de menor aplicabilidade prática.

Esta indagação é partilhada por Perrenoud (2003) que assevera que “Por razões diferentes, até mesmo contraditórias, a economia espera que a escola faça com finalidades práticas o que promete em nome do humanismo (p. 17). Defende ainda que a GC por competências opõe-se a uma visão elitista da escola, de mera acumulação de saberes, favorecendo só os alunos que querem ingressar nos níveis superiores de ensino, e não os que querem ingressar no mercado de trabalho e nas práticas sociais. Considera ainda que ensinar conhecimentos, que só alguns alunos, consoante a sua orientação futura, terão oportunidade de contextualizar e aplicar, revelar-se-á improdutivo. Entende pois ser necessário aligeirar-se os programas, de forma a se criarem espaços para a transferência e mobilização de saberes, facto que não prejudicará aqueles que terão oportunidade de aprofundar os conhecimentos em níveis superiores de ensino. Esta gestão segundo o autor requer, no entanto, alguma prudência na seleção dos conhecimentos que serão menos aprofundados em detrimento da operacionalização dos restantes conhecimentos de aplicabilidade mais direta.

### 3.4.1. Gestão Curricular da Matemática para o desenvolvimento de competências nos futuros profissionais da indústria

Internacionalmente assiste-se a um esforço para melhorar a adequação dos programas de aprendizagem das universidades às necessidades do mercado de trabalho e dos empregadores, contudo o mesmo não é verificável para uma proficiência Matemática de nível secundário (OCDE, 2008; Swetz & Hartzler, 1991).

Em todos os domínios, a maior parte dos alunos utiliza nas tecnologias a Matemática sem que se apercebam de que a estão a utilizar. O ensino e aprendizagem da Matemática devem fazer face a este facto, descrevendo o funcionamento interno dos procedimentos, como estratégia de motivação para o ensino e aprendizagem dos vários temas. A (in) visibilidade da Matemática, especialmente a Matemática industrial, implica uma grave lacuna na educação e formação profissional. Mas como ensinar Matemática como uma "segunda língua"?

Uma transversalidade entre a Matemática e a Indústria exige adaptações ao nível do currículo, a fim de se preparar os alunos para as exigências profissionais. Dar oportunidade aos estudantes de experimentarem as Aplicações da Matemática no exercício de uma profissão futura é fundamental. Assim, as diretrizes curriculares para o ensino profissional estabelecem um compromisso central: a promoção do desenvolvimento de competências profissionais nos alunos. Para responder a este desafio, percebe-se que boa parte dos professores têm consciência da necessidade de explorar novas metodologias, porém faltam-lhes bases mais profundas de conhecimentos e formação, tendo por vezes que enfrentar conflitos emergentes da adoção de modelos diferentes que suscitam o senso crítico dos demais colegas.

Para que o professor de Matemática desempenhe cabalmente o desenvolvimento de competências nos alunos tem de possuir conhecimento das especificidades da componente de formação técnica do curso em que atua e conhecimento didático-matemático. Só assim, o professor poderá promover uma efetiva articulação e mobilização de competências para que os alunos sejam capazes de resolver eficazmente situações-problema no campo profissional. Esta perspetiva amplia responsabilidades na GCM, na medida em que exige ao professor a exploração de novas abordagens didáticas e a incorporação de novos conhecimentos.

Neste âmbito, vários são os estudos que apontam para a falta de formação dos professores de Matemática relativa às especificidades da Matemática na Indústria (ICMI-ICIAM, 2008). Esta lacuna impossibilita mudanças curriculares de cariz pedagógico, que podem ser minimizadas se se promover um trabalho colaborativo entre os professores e entidades empregadores com o intuito de compreender as necessidades de formação matemática para a resolução das situações-problema industriais e quais as boas práticas que devem apoiar esta nova orientação na formação de professores.

Urge, portanto, o reforço do diálogo entre as comunidades de matemáticos, a comunidade industrial e os decisores políticos, na procura de uma visão mais utilitária da Matemática no contexto industrial.

Os crescentes níveis de contextualização da formação no meio envolvente e na comunidade educativa, implica mudanças ao nível das competências individuais, atitudinais e profissionais que devem ser os princípios da GCM nos CP, onde o papel do professor deve pautar-se pela constante investigação-ação-reflexão, tríade imprescindível para maximizar todo o processo ensino e aprendizagem e o seu desenvolvimento profissional (Boavida.& Matos, 1993).

Sobre este assunto, Alarcão (2001b) sustenta que:

Não posso conceber um professor que não se questione sobre as razões subjacentes às suas decisões educativas, que não se questione perante o insucesso de alguns alunos, que não faça dos seus planos de aula meras hipóteses de trabalho a confirmar ou infirmar no laboratório que é a sala de aula, que não leia criticamente os manuais ou as propostas didáticas que lhe são feitas, que não se questione sobre as funções da escola e sobre se elas estão a ser realizadas. (p. 5)

Os desafios com que se deparam os professores de Matemática nos CP, podem promover a inovação, o vigor e a vitalidade das situações-problema aplicadas à indústria que depende da visão que o professor tem do contexto industrial. Este conhecimento pode ser enriquecido através de formação que contemple um vasto leque de temas de interesse contemporâneo industrial (Sloyer, Blum, & Huntley, 1995) ou através do trabalho colaborativo, princípio articulador e integrador da ação, da planificação, da cultura, do desenvolvimento, da organização e da investigação, como uma mais-valia que acarreta

inúmeras funcionalidades e onde a intervenção do professor consagra competências profissionais na procura de potenciais decisões sempre atento às especificidades e lacunas decorrentes delas, para a partir daí subtrair toda uma autoformação (Santos, 2000a).

A GCM nos CP requer flexibilidade no sentido de se criar significado junto dos alunos e mostrar a utilidade da Matemática em contexto profissional com recurso a situações-problema industriais. Acresce a necessidade de se criar um ambiente de promoção de interdisciplinaridade e transversalidade, que concorram para a ampliação dos interesses científicos dos alunos, através de aprendizagens integradoras relevantes.

Refira-se que uma GCM nos CP requer professores atuantes e que entendam a GC como processo em contínuo desenvolvimento, que envolve toda a comunidade educativa. Uma parceria de sucesso reclama ajustes das expectativas, de tempo e das competências de cada professor numa cultura de colaboração, na partilha de experiências, técnicas, objetivos e métodos de trabalho (Gómez, 2000).

Dada a relevância da Matemática na indústria, parece pertinente indagar se o ensino da Matemática contribui para o desenvolvimento de competências matemáticas para a futura atividade profissional dos alunos (na indústria) e quais as situações-problema ideais, para o desenvolvimento dessas competências.

Da literatura da especialidade consultada (ver, por exemplo (NCTM, 2007); (OCDE, 1999); (Verschaffel, Greer, & De Corte, 2000)), elencaram-se algumas dessas competências matemáticas, que passam pela (Quadro 3.10):

**Quadro 3.10 - Competências matemáticas**

<b>Competências matemáticas</b>
(1) Formulação e resolução de situações-problema em contexto real; (2) Comunicação oral e por escrito as situações-problema, apontar soluções e os seus resultados; (3) Justificação e argumentação; (4) Raciocínio matemático com formulação de conjeturas; (5) Pensamento lógico; (6) Aptidão para fazer e investigar Matemática recorrendo à MM; (7) Domínio das tecnologias; (8) Predisposição para realizar trabalho colaborativo e cooperativo.

A Matemática tem assim um duplo papel, ou limita a ascensão profissional ou dá oportunidade para a mobilidade social daqueles que desenvolveram competências

matemáticas, como o raciocínio lógico e capacidade de síntese e análise na formulação e resolução de situações-problema diversos, postura corroborada pela NCTM (2001) que sublinha - *a Mathematical competence opens doors to productive futures*.

Considerando o foco central da GCM nos CPIII, uma questão se levanta relativamente à seleção de situações-problema: Que situações-problema para o desenvolvimento de competências matemáticas nos futuros profissionais da indústria? (3) Que critérios a ter em conta na seleção de situações-problema promotoras do desenvolvimento de competências matemáticas?

Relembre-se que a competência matemática, tal como é perspectivada no Currículo Nacional, pretende “promover o desenvolvimento conjunto de conhecimentos, capacidades e atitudes, destacando-se a compreensão do papel da Matemática”.

Uma das tarefas chave do professor de Matemática consiste na seleção e desenho de situações-problema que promovam a contextualização dos conteúdos matemáticos, as aplicações, consolidações e o desenvolvimento das competências matemáticas nos alunos.

A este respeito, Perrenoud (2003) sustenta que:

As competências não se ensinam. Só podem ser criadas condições que estimulem a sua construção. Dar uma excelente aula não cria competências, mas transmite saberes. O ato de apresentar exercícios bem-feitos apenas faz com que os alunos trabalhem algumas capacidades. Para desenvolver competências é necessário colocar o aluno em situações complexas, que exigem e treinam a mobilização dos seus conhecimentos: um enigma a elucidar, um problema a resolver, uma decisão a tomar, um projeto a conceber e desenvolver. (p.23)

Comunga desta opinião Allal (2004) quando refere que:

Uma competência sempre se constrói por meio de uma aprendizagem “na prática”, o que implica a apropriação, não só de saberes e *savoir-faire*, mas também de modos de interação e de ferramentas valorizadas no contexto em questão. (p.83)

Este quadro de GC sustenta-se no construtivismo com métodos ativos e novas pedagogias em oposição a uma GC meramente transmissiva de saberes, que muitas vezes

os professores em particular do ensino profissional se veem obrigados a adotar por falta de uma mais ampla formação.

A este propósito Perrenoud (2003) acrescenta que o novo quadro de GC por competências, deixa espaço para a individualização e diferenciação dos percursos formativos dos estudantes. Contudo, as alterações que se procuram concretizar numa gestão por competências, coloca a escola perante contradições existenciais que vão desde uma performance mais humanista à produção de técnicos especializados.

A escolha do tema da presente investigação surge na linha de ação das dificuldades sentidas pelos docentes de Matemática dos CPIII. Por se tratar de CP e de alunos cujo percurso escolar da maioria está repleto de insucessos ao nível da aprendizagem matemática é fundamental contextualizar o ensino da Matemática ao seu meio sociocultural de forma a motivá-los para a disciplina, pois muitos consideram-na um obstáculo intransponível para a conclusão do curso.

Gerard (2007) corrobora com o facto da natureza das situações-problema ser determinante para o desenvolvimento de competências no aluno, considerando que basta fornecer os recursos adequados aos alunos para que eles sejam capazes de responder a uma determinada situação. Considera, ainda, que o trabalho sistemático para o desenvolvimento de competências pressupõe um conjunto de ações que percorrem a análise da situação, a formulação de hipóteses de resolução, a identificação dos recursos e estratégias adequadas, e por conseguinte a mobilização de todos para a resolução eficaz da situação.

Sendo as situações-problema, apontadas por vários autores, o cerne da GCM por competências, interessa analisar quais os critérios para que uma dada situação-problema seja considerada adequada para o desenvolvimento de competências.

Moreira (2004) sugere como modelo pedagógico para o desenvolvimento de competência o recurso à exploração de situações-problema, que segundo ele devem contemplar os seguintes critérios (Quadro 3.11):



Quadro 3.11- Critérios para a seleção de uma situação-problema

Situação-Problema Critérios
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Representar um problema aberto;</li> <li>✓ Orientar-se para a realização de uma tarefa significativa;</li> <li>✓ Ser uma situação nova, mas semelhante a outras situações;</li> <li>✓ De natureza explicativa, de aplicação ou investigação.</li> <li>✓ No contexto do mundo real.</li> </ul>

O mesmo autor entende que o aluno deverá explorar a situação-problema, aportando os conhecimentos e estruturas cognitivas e concepções prévias, para a partir deles, encontrar a resposta para os problemas. Neste percurso o mesmo autor entende que a postura do professor deve pautar-se pelo papel de guia e mediador das aprendizagens dos alunos, selecionando e mobilizando recursos, apoiando e orientando para a partir daí descortinar possíveis dissemelhanças impeditivas de uma boa estruturação, organização dos conhecimentos, interação e contextualizando das situações de aprendizagem.

A partir das concepções anteriormente apresentadas, considera-se que as situações-problema não devem ser excessivamente pontuais, ou seja devem permitir a articulação entre as distintas competências matemáticas, tendo assim um carácter globalizador. Ressalva-se no entanto que a seleção das situações-problema “ideais” por si só não são suficientes, pois requerem a organização de configurações e estratégias didáticas, adequadas ao nível da dimensão epistémica, cognitiva e educacional (Godino, Batanero, & Font, 2007).

A indústria aparece na literatura da especialidade como uma atividade de carácter social de valor económico (OCDE, 2008). Do ponto de vista da Indústria, a Matemática surge como uma ferramenta estratégica que fornece um quadro coerente e uma linguagem universal para a resolução de situações-problema industriais complexas, não-lineares que envolvem análise, otimização e controle de processos, marcados pela incerteza e cuja relação entre indivíduo e componentes de um sistema são por vezes mal interpretadas, pois a causa e efeito nem sempre podem ser determinadas *a priori* ou pelos dados disponíveis estarem incompletos ou sujeitos a erro experimental. Os fenómenos industriais contemplam aplicações e MM em grande escala que fornecem um quadro teórico revelando por vezes um comportamento inesperado da situação, permitindo previsões em

condições nunca testadas experimentalmente (Swetz & Hartzler, 1991). Aprender a interpretar e a controlar padrões de comportamento emergentes irá fornecer a base sobre a qual se vão construir sistemas industriais complexos (ICMI-ICIAM, 2008; OCDE, 2008).

Sintetizando, as situações-problema de carácter industrial devem pautar-se pelos seguintes critérios (Quadro 3.12):

**Quadro 3.12- Critérios para a seleção de situações-problema matemáticos de carácter industrial**

Situação-Problema matemáticos em contexto Industrial
Critérios
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Representar um problema complexo;</li> <li>✓ Representar um problema não-linear marcado pela incerteza;</li> <li>✓ Orientar-se para a análise, otimização, e controle de processos industriais;</li> <li>✓ Contemplar MM e aplicações.</li> </ul>

Outra modelo pedagógico favorável ao desenvolvimento de competências sugerido por Perrenoud (2003) é o inerente a uma pedagogia por projectos e que se desenvolve segundo a metodologia:

- (1) Empreendimento coletivo gerado pelo grupo-turma [...];
- (2) Orienta-se para uma produção concreta [...];
- (3) Induz um conjunto de tarefas em que todos os alunos se podem envolver e desempenhar um papel ativo, que pode variar em função dos seus meios e interesses;
- (4) Suscita aprendizagens de saberes e de saber-fazer da gestão do projeto [...];
- (5) Favorece, ao mesmo tempo, as aprendizagens identificáveis [...] que figuram no programa de uma ou mais disciplinas.

Em particular na GCM, exemplos de boas práticas exemplificam-se com a criatividade e inovação inerentes à realização de projetos no final do ano, cujo tema seria por exemplo a *análise de dados* relacionados ao meio ambiente e aos padrões de consumo, tais como a utilização de energia, estudos probabilísticos, gestão, otimização, entre outros.

Sobretudo nestes cursos, o professor não deve resumir a sua prática letiva à concretização de um currículo, mas sim condicioná-lo a outras finalidades, nomeadamente aos objetivos curriculares transversais como o desenvolvimento da autonomia, capacidade interventiva, trabalho de grupo entre outras, com vista à inserção do aluno na vida prática que vai exercer como técnico profissional.

Destaca-se na pedagogia por projeto a diversidade de objetos envolvidos no desenvolvimento de competências, tais como a mobilização de saberes e saber-fazer, a transversalidade e interdisciplinaridade que conferem sentido às aprendizagens escolares a aquisição de novos saberes e novos conhecimentos no seio do próprio projeto, a cooperação e colaboração que envolvem a inteligência coletiva, o desenvolvimento da criatividade e autonomia, autoavaliação espírito crítico e prática reflexiva. Assim, no entender do autor, uma pedagogia para o desenvolvimento de competências deve assentar na construção de saberes a partir de situações-problema reais que confirmam sentido às aprendizagens, nomeadamente através do trabalho que respeite uma pedagogia diferenciada.

Rey, Carette, DeFrance e Kahn (2005) chamam a atenção para o facto da aquisição de uma competência não dever ter por base exercícios sistemáticos e rotineiros que envolvam operações parciais, pois não permite aos alunos o confronto com uma tarefa global pondo em causa a criatividade e autonomia. Sustentam ainda que a realização de projetos apela à conceção construtivista da aprendizagem, uma vez que contribui para a significância do conhecimento numa contextualização de saberes, a par das situações-problema que proporcionam a confrontação do aluno perante situações novas e complexas e a integração e transferência de contextos, através da divulgação de famílias de situações.

Desta opinião partilha Gerard (2007) que considera que com o desenvolvimento de competências pretende-se formar alunos capazes de mobilizar os seus conhecimentos e as suas capacidades perante situações-problema complexos. Preconiza ainda que ser competente não requer apenas a capacidade de resolução de problemas rotineiros, mas sim a capacidade de lidar com situações imprevistas, colocando o aluno perante uma situação complexa que pertença à família de situações a que diz respeito a competência a desenvolver.

As perspetivas acima apresentadas consubstanciam-se numa aprendizagem ativa que respeita a individualidade dos alunos, pressuposto que fundamenta a pedagogia

inerente aos CP, e que segundo Ausubel (2000) contempla simultaneamente duas estratégias de aprendizagem, a aprendizagem por recepção e a aprendizagem por descoberta que se complementam e se enriquecem, para que o aluno ao compreender um determinado objeto matemático o use de forma competente em diferentes práticas (Godino, Batanero & Font, 2007).

### **3.5. Modelação Matemática e Aplicações como metodologia para o desenvolvimento de competências**

A identificação e entendimento de um fenómeno real, a análise, construção e validação de modelos, o uso de métodos matemáticos na resolução de situações-problema são procedimentos determinantes para o desenvolvimento de competências de qualquer profissional que use o conhecimento científico como ferramenta no contexto de trabalho (ICMI-ICIAM, 2008).

Ao longo dos tempos tem-se assistido a um crescente interesse internacional pela MM devido essencialmente a situações-problema reais em particular de cariz industrial. A MM tem sido utilizada com maior intensidade nas últimas três décadas, ganhando espaço nas discussões sobre o seu uso como metodologias de trabalho no ensino e aprendizagem a integrar em sala de aula para o desenvolvimento de competências. Esta perspetiva aparece espelhada por exemplo nos trabalhos de Blum, W., Niss, M. e Hunthey, I. (1990), Carr (1989), Lowe (1989) e Swetz e Hartzler (1991).

Nas últimas décadas a inclusão das aplicações e mais recentemente a MM tem sido defendida por vários autores, constituindo um tema com enfoque crescente em Educação Matemática. Exemplo disso são também alguns trabalhos apresentados no International Congress on Mathematical Education (ICME) em grupos de trabalho e palestras sobre MM e aplicações, e pelo International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications (ICTMA) cujos encontros são realizados com uma periodicidade de dois anos desde 1983. Nestes encontros analisa-se o estado-da-arte com a apresentação de estudos, contribuições conceituais e recursos que enfatizam a relação entre o mundo real e a Matemática.

As conexões entre o mundo real e profissional e a Matemática aparecem também enfatizadas no estudo PISA da OCDE, no contexto do ensino e da aprendizagem da Matemática tendo em conta o estado atual do debate educacional, de pesquisa e

desenvolvimento nesse campo (Association of Mathematics Educators-Mantesh, 2010; OCDE, 2005; PISA, 2006).

No contexto português, a revisão dos novos programas de Matemática do ensino secundário em Portugal (2001-2002) estabeleceu “a modelação matemática como integrante dos conteúdos”, assumindo importância significativa não só nas técnicas específicas, mas na metodologia que constitui a base de apoio na abordagem dos conteúdos dos programas de matemática atravessando o programa de forma transversal (Ministério da Educação, 2002, p. 5).

Biembengut e Hein (2007) argumenta a necessidade de recurso à MM pelos professores de Matemática, apresentando os seguintes argumentos: (1) enfatiza a importância da Matemática para a formação do aluno; (2) desperta o interesse pela Matemática antes da aplicabilidade; (3) melhora a apreensão dos conceitos matemáticos; (4) desenvolve a capacidade para resolver problemas; (5) estimula a criatividade.

Já em meados da década de 60, Sebastião e Silva (reedição de 1975) referia que:

O professor de matemática deve ser, primeiro que tudo, um professor de matematização, isto é, deve habituar o aluno a reduzir situações concretas a modelos matemáticos e vice-versa, aplicando os esquemas lógicos da matemática a problemas concretos. (p. 13)

Na década de 80 a preocupação pedagógica pela aplicação da Matemática na resolução de situações-problema do mundo real manifestou grande expressividade, emergindo como uma metodologia em oposição a uma Matemática escolar teórica, centrada essencialmente no ensino dos conteúdos. Assim, as aplicações associadas ao mundo real foram alvo de grande preocupação, como aparece expresso por exemplo no documento Renovação do Currículo de Matemática publicado pela Associação de Professores de Matemática em Portugal em 1988 tendo a calculadora gráfica e o computador impulsionado uma nova abordagem didática sobre a MM (APM, 1999; Matos, Carreira, Santos, & Amorim, 1994; Ponte, Matos, & Abrantes, 1998).

Já no início da década de 90, Jaime Carvalho e Silva (1992, p.4-5) manifestava-se apologista de que “o ensino da Matemática em todos ciclos de ensino em Portugal deve

contemplar aplicações e modelação matemática, com recurso à tecnologia”, considerando tratar-se de uma ferramenta de importância considerável.

Esta importância é atualmente espelhada nos programas da Matemática de ensino secundário que informa “o uso obrigatório das calculadoras gráficas e dos computadores entendidos não só como ferramentas de cálculo mas também como meio de motivação da aprendizagem nos alunos” (Ministério da Educação, 2002, p. 34).

Os diversos programas de Matemática estabelecem uma relação explícita da MM e aplicações com o uso das tecnologias, onde o seu uso deve incidir em vários tipos de atividades matemáticas, nomeadamente a MM, simulação e a resolução de situações problemáticas em contexto real (Ministério da Educação, 2002).

É com esta realidade que se impulsiona a MM, motivando desde então diversas investigações com enfoque nas metodologias de ensino e aprendizagem, por exemplo da autoria de Ponte, Matos e Abrantes (1998) e de Matos, Blum, Houston e Carreira (2001).

Apesar da expressividade tardia da MM no contexto educativo português, segundo Dantas (1996, p. 56), “já na Idade Média, eram utilizados processos de modelação para a quantificação de situações reais”. Acrescenta Swetz e Hartzler (1991) ainda alguns trabalhos com enfoque no processo de MM, por exemplo da autoria de Galileo (1564-1643), Bonaventura Cavalieri (1598- 1647), e Kepler (1571-1630).

A essência de um processo de MM consiste na transposição de um problema real para um universo matemático. Contudo, quando esse processo é transposto para a sala de aula, parece necessária especial atenção relativamente ao lugar de destaque em particular no currículo instituído para o ensino da Matemática, cuja MM tem sido objeto de reconhecimento como uma alternativa metodológica na condução do processo de ensino e aprendizagem (Sloyer, Blum, & Huntley, 1995).

A partir da literatura da especialidade consultada (Niss, 1992; Ponte, 1992b; Biembengut S., 1999; Fernandes, 2000), elencaram-se alguns argumentos que justificam a inclusão da MM na estrutura curricular do ensino desta disciplina e que se apresentam divididos em cinco grupos:

- (1) *Desenvolvimento de aspetos sociais* - O conflito emergente das interações entre os alunos em resultado da análise e perspetivas diferentes da situação-problema pode beneficiar mutuamente o desenvolvimento cognitivo e o desenvolvimento de

qualidades sociais tais como a responsabilidade, a autoestima, a cooperação e colaboração, o espírito crítico, a capacidade de negociar e a comunicação.

(2) *Reconhecimento do papel da Matemática na sociedade* - A Matemática tem sido utilizada como ferramenta para a resolução de situações-problema de cariz político e social. É imprescindível que todo o aluno reconheça o papel importante da Matemática na intervenção do real, tanto no âmbito académico como profissional e social.

(3) *Aquisição de conceitos matemáticos e suas aplicações* - Ao aluno deve ser dada a oportunidade de participar ativamente na resolução de problemas, procedendo nesse sentido à recolha de dados, levantamento de hipóteses, etc. Esta participação ativa sustenta um ensino que incentiva a resolução de problemas com visibilidade da utilidade da Matemática. A aplicação de conceitos matemáticos em situações reais exige que essa capacidade seja desenvolvida. A MM surge como metodologia que apoia os alunos na aquisição e compreensão desses conceitos matemáticos onde a apresentação de novos conceitos a partir de situações reais pode exercer um importante papel motivador.

(4) *Desenvolvimento do espírito reflexivo* - A Matemática intervém na realidade quando oferece não apenas discussões sobre fenómenos reais, mas também modelos para a representatividade desses fenómenos. Diante disto, entende-se a necessidade de desenvolvimento do espírito crítico nos alunos perante questões sociais e tecnológicas do mundo contemporâneo, aguçando o seu comportamento reflexivo.

(5) *Processos cognitivos desenvolvidos pelos alunos* - O conhecimento do aluno deve ser construído tendo por base modelos contextualizados e com significado. Ao aluno é atribuído um papel ativo no processo de construção desses modelos, percorrendo a observação e interpretação do problema, a recolha de dados, a procura soluções e tomada de decisões. Este papel ativo, em oposição à centralidade no papel do professor, consolida uma melhor aquisição de conceitos matemáticos, que serão mais facilmente apropriados pelo aluno quando necessário.

Da análise dos argumentos acima explicitados depreende-se uma nítida conformidade com as competências citadas anteriormente e que se passa a explicitar no quadro que se segue (Quadro 3.13):

**Quadro 3.13- Quadro comparativo: Argumentos e competências**

Argumento	Competências
<b>Desenvolvimento de aspetos sociais</b>	Comunicação oral e escrita das situações problemáticas, apontando soluções e os seus resultados; Trabalho colaborativo; Lealdade para com a sociedade; Respeito pelos outros; Honestidade - ética pessoal.
<b>Reconhecimento do papel da Matemática na sociedade</b>	Formulação e resolução de problemas em contexto real.
<b>Aquisição de conceitos matemáticos e suas aplicações</b>	Formulação e resolução de problemas em contexto real; Planeamento, organização e autoconhecimento.
<b>Desenvolvimento do espírito reflexivo</b>	Iniciativa e espírito empreendedor; Aptidão para elaborar, analisar e descrever modelos para fenómenos reais.
<b>Processos cognitivos desenvolvidos pelos alunos</b>	Aptidão para fazer e investigar matemática recorrendo à MM com uso das tecnologias da informação e da comunicação.

Dada a natureza da questão de investigação, a conformidade perceptível entre os argumentos apresentados para o recurso à MM e as competências matemáticas a desenvolver nos alunos, justifica o enfoque da presente avaliação na MM e seu processo, por ser a natureza das situações-problema mais promissora ao desenvolvimento dessas competências a desenvolver no ensino profissional em particular de nível III do ensino secundário.

Embora a MM tenha tido uma história contínua, o mesmo não poderá ser dito relativamente à história da sua aplicabilidade no currículo do ensino secundário, pois a sua



aceitação tem colidido nas limitações da formação dos professores e na estrutura de uma escola formal (Alarcão, 2001b).

Apesar da diversidade de argumentos favoráveis ao uso da MM, Bassanezi (2002) e Monteiro e Júnior (2001) apresentam algumas dificuldades a serem enfrentadas pelo professor para que esta metodologia possa ser utilizada em sala de aula, nomeadamente:

- (1) A disponibilidade de tempo que o professor tem de dispor para planificar as situações-problema de MM, o que leva a que muitos restrinjam as suas aulas ao conteúdo do manual, que geralmente apresenta a sequência teoria, exemplos, exercícios de consolidação e problemas de Aplicação Matemática;
- (2) A mudança de postura dos alunos exigida pelo ambiente de MM, de passiva para ativa e mais autónoma, descentralizada do professor como transmissor de conhecimentos. Os alunos, quando colocados no centro do processo ensino-aprendizagem, muitas vezes oferecem resistência ao uso da MM;
- (3) A falta de conhecimento pelos professores para desenvolver atividades de MM, seja por falta de conhecimento do processo ou por receio de se depararem com situações embaraçosas devido a desconhecerem os contextos onde as aplicações são abordadas.

O último argumento espelha mais uma vez a necessidade de uma reorientação epistemológica e de formação dos professores no que diz respeito à visão descontextualizada da Matemática. De facto, a dificuldade dos professores parece residir na identificação de uma situação-problema e transformá-la numa oportunidade de aprendizagem de Matemática, facto talvez decorrente de uma formação inicial redutora e purista da Matemática baseada numa visão mecanicista e restrita dos conceitos matemáticos e suas inter-relações. Assim, o recurso a modelos pré-elaborados parece servir muitas vezes de apoio à GC do professor de Matemática proporcionando-lhe maior segurança na condução do ensino, adaptando as etapas de acordo com o que pretende alcançar.

Acrescenta-se o facto de no ensino-aprendizagem da Matemática dever-se privilegiar conexões com outros temas do programa de Matemática ou com outras disciplinas do plano curricular, a execução de situação-problema ou variantes da mesma,

adequadas a cada curso, sendo este procedimento crucial para a tomada de consciência por parte dos alunos da necessidade da educação e da formação ao longo da vida. Igualmente tais conexões devem concorrer para uma melhor adaptação por parte dos alunos, à inovação científica e tecnológica e às mudanças profissionais com a consciência de que os diversos temas são aspetos complementares de uma mesma realidade possibilitando simultaneamente a ampliação e consolidação de um dado conceito, sempre que ele é reencontrado (Ponte, 2005).

Este facto pressupõe que se deva promover a compreensão da Matemática como um todo, onde cada tema se relaciona com os restantes.

Considera-se como metodologia estruturante a MM constituindo um tema transversal a todos os módulos, onde as situações-problema relacionadas com os distintos CP devem ser privilegiadas na construção dos conceitos matemáticos e nos processos para a demonstração da importância e uso das técnicas a eles associados (Carr, 1989; Educators, 2010; Matos, 1997).

Tratando-se de uma avaliação focalizada na GCM em particular no estudo das funções do 10º e 11º ano do qual fazem parte os subtemas: função afim, função quadrática, funções racionais, funções trigonométricas e taxa de variação (objeto de visionamento de aulas), no seu ensino patenteia-se, como principal propósito, o desenvolvimento nos alunos da capacidade de interpretar, representar e resolver situações-problema com recurso a procedimentos algébricos, numéricos e geométrico, e utilizar esses conhecimentos e capacidades na MM em contextos diversos com relevância nos interesses profissionais, recorrendo com frequência a ferramentas computacionais adequadas (Domingos, 1994; Ministério da Educação, 2004).

A exploração de situações-problema com recurso às tecnologias, como por exemplo calculadoras, sensores de recolha de dados e computadores, em particular as folhas de cálculo e os programas de gráficos constituem o cerne de motivação em cada situação, promotoras e facilitadoras da aprendizagem e autonomia permitindo a partilha de conhecimentos, ao mesmo tempo que possibilitam uma abordagem gráfica, numérica e algébrica em particular das funções (Gunst & Mason, 1980; Matos, 1997; Ponte, 2005).

É neste contexto que devem ser os professores quem mais deve concorrer para a integração das tecnologias ao serviço do ensino da Matemática, incorporando nas suas aulas momentos adequados para o uso destas ferramentas. Esta perspetiva ganha ainda

mais ênfase quando se reporta para a resolução de situações-problema que envolvem a MM (Matos, 1997).

Por outro lado, os alunos devem ser chamados a construir as suas próprias aprendizagens, através da MM e aplicações que devem ter como base fenómenos extraídos do mundo real e das profissões, recorrendo-se a informações e conhecimentos a partir de material autêntico, por exemplo, a partir de textos, jornais e internet, de modo a se criar significado junto dos alunos, constituindo o ponto de partida para a construção de conceitos matemáticos (Ball, 2000).

Isto significa que a MM deve ser integrada em sala de aula como um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são impelidos a indagar e/ou investigar, situações-problema procedentes de outras áreas da realidade com recurso à Matemática.

Por tudo o que foi exposto, transparece que um dos princípios relacionais estabelecidos entre a MM e aplicações e os princípios do ensino profissional é a teoria ausubeliana (explicitada no capítulo II, secção 2.1) que aponta o princípio de aproveitar os conhecimentos prévios dos alunos, para a partir deles guiá-los de forma a encontrarem significado matemático no mundo envolvente, participando ativamente na construção da sua aprendizagem. Isto é, o aluno envolve-se numa experiência educativa, deixando de ser apenas um formando de conteúdos com fim em si mesmos, para passar a utilizá-los na ampliação da sua interação com a realidade, permitindo-lhe assumir uma postura crítica e dinâmica que concorra para a ocorrência *de aprendizagens significativas*.

De acordo com Novak (1981), *aprendizagem significativa* resulta da contextualização de uma nova informação com um já existente na estrutura cognitiva do aluno, através de “pontes” que sirvam para aportar novos conhecimentos. Acrescenta ainda o mesmo autor, que a *aprendizagem significativa* passa por hierarquizar conceitos que permitam ultrapassar barreiras percetivas na aquisição de um novo conceito, tendo em conta os conceitos prévios. Este aspeto invoca mais uma vez a teoria de Ausebel, o facto de possibilitar a ampliação de conceitos num único e coeso sistema de aprendizagens.

Todos estes aspetos fundamentam e evidenciam mais uma vez a escolha do enfoque da presente investigação na MM na avaliação da GCM no ensino profissional, justificando por isso a sua concetualização e uma abordagem ao seu processo.

### **3.5.1. Situações-problema, resolução de situações-problema, modelação matemática, modelo e aplicações matemáticas: Conceptualização**

Na presente investigação, procurou-se clarificar o entendimento dos autores de referência sobre MM e aplicações entendida como metodologia de ensino e aprendizagem e/ou competência a desenvolver nos alunos. A par disto, patenteou-se no presente item elucidar os conceitos básicos e noções associados à MM e aplicações tanto no contexto da proposta metodológica para o ensino da Matemática como no contexto de resoluções de situações-problema.

A revisão da literatura apresenta uma diversidade de interpretações acerca da conceptualização de MM e aplicações, pelo que se irá proceder à clarificação dos conceitos básicos e noções associados atendendo às perspetivas consultadas de entre as que se afiguraram mais esclarecedoras.

Entende-se por um situação-problema, uma situação com um desafio considerável, já que não se está no imediato na posse de métodos diretos, procedimentos e algoritmos, etc. suficientes para se responder ao problema. Podem ser considerados dois tipos de situações-problema matemáticos, as situações-problema de Matemática aplicada e as situações-problema de Matemática pura. As situações-problema de matemática aplicada caracterizam-se pelo contexto da situação se enquadrar num segmento do mundo real, em contraste com as situações-problema puramente matemáticos, em que a situação é totalmente incorporada no universo matemático. A resolução de situações-problema diz respeito a todo o processo de lidar com um problema na tentativa de o resolver. Para as duas categorias de situações-problema supra identificadas apenas existem duas categorias de resolução de problemas associadas: resolução de problemas de matemática aplicada e resolução de problemas puramente matemáticos. Estas duas categorias de resolução de problemas têm em comum elementos essenciais de conteúdo e estrutura; contudo, a diferença reside nos propósitos, objetivos e papéis que assumem dentro do currículo de Matemática.

Em particular no ensino da Matemática a resolução de problemas assume uma parte essencial e potencial no seu ensino, aparecendo num sentido mais amplo, sempre associada à MM e aplicações (Blum, W., Niss, M. & Hunthey, I., 1990).

Na perspectiva de Niss citado por Matos (1995), entende-se por MM “todo o processo que tem origem num fragmento da realidade associado à análise, otimização e controlo de processos que subentende a determinação de um modelo matemático representativo do fenómeno real para a sua resolução”, sendo um meio para integrar dois conjuntos, a Matemática e realidade.

No entendimento de Bassanezi (1997, p. 45) a MM “é um processo dinâmico na procura de modelos adequados que sirvam de protótipos de alguma entidade”, isto é, o estabelecimento de um conjunto de ferramentas matemáticas que permitam fazer uma análise teórica de uma situação dada – perspectiva também assumida na International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications (ICTMA12), realizada de 10 a 14 de Julho de 2005 em Londres.

O indivíduo é parte integrante e, ao mesmo tempo, observador da realidade, recebendo informações sobre a mesma, a partir das quais, através da reflexão e análise global, procurará definir estratégias para encontrar o modelo (D’Ambrosio, 1986).

A MM permite aos alunos desenvolver a capacidade de resolução de situações-problema reais, através da determinação prévia do modelo matemático com uma subsequente análise e interpretação de resultados, derivando daí uma postura crítica por parte dos alunos acerca da importância da Matemática no mundo real (Ponte, 2005).

Com a MM procura-se ir ao encontro das expectativas do aluno, dando sentido ao que ele estuda, satisfazendo as suas necessidades, interesses e objectivos. Só assim será despertado no aluno o gosto pela aprendizagem, trabalhando com mais entusiasmo, perseverança, formando atitudes positivas face à importância da Matemática no mundo real (Burak & Kluber, 2007; Ponte, 2005).

Acrescenta Allal (2004) que na seleção de situações-problema de natureza de MM e aplicações devem ser tidos em conta os seguintes critérios:

- (1) a teoria e as aplicações devem estar interligadas;
- (2) devem estimular os processos de pensamento em vez da aplicação de algoritmos;
- (3) os contextos das situações-problema apresentadas devem integrar diferentes ideias matemáticas (conexões intra-disciplinares);

- (4) devem ser abertas, permitindo aos alunos a seleção das estratégias e ferramentas matemáticas mais adequadas.

Das perspectivas apresentadas observa-se uma certa concordância quando reportam a MM para o processo de traduzir a linguagem do mundo real para uma linguagem matemática, onde as características pertinentes de um fenómeno são extraídas, com recurso a hipóteses e aproximações simplificadoras representadas em termos matemáticos - *o modelo* - constituindo esta perspectiva o posicionamento, adotado na presente investigação.

Ressalva-se no entanto, utilizando as palavras de Blum e Niss (1991), que a MM não subentende apenas a produção de uma imagem simplificada, mas sim uma representação fiel da realidade pré-existente.

A palavra modelo assume no discurso uma variedade de significados. Por exemplo Edwards e Hamsom (1990) citados por Matos (1995) consideram um modelo matemático como o produto da transferência de um conjunto de elementos matemáticos, por exemplo funções ou equações, com o propósito à obtenção de uma representação matemática de uma situação-problema do mundo real. Isto é, “qualquer modelo pode ser encarado como uma forma simplificada de representar determinados aspetos de um sistema real (p.14).

Swetz e Hartzler (1991) têm um entendimento similar, entendendo um modelo matemático de um objeto ou de um fenómeno do mundo real como o conjunto de regras ou leis, de natureza matemática, que representam adequadamente o objeto ou o fenómeno do mundo real.

No entendimento de Ponte (1992b), modelos são “descrições simplificadas de situações reais ou imaginárias” (p. 15), podendo ter diversas formas, consistindo com frequência numa equação, sistema de equações ou sistema de inequações. Esta perspectiva é reiterada pelo Consortium for Mathematics and Its Applications (COMAP, 2010), que entende modelo como uma “equação que representa a relação entre duas ou mais variáveis quantitativas do mundo real “ (p. 302).

É nosso entendimento que um modelo é uma representação da realidade, uma expressão simplificada e generalizada das características gerais de uma situação-problema, fenómeno ou objeto do mundo real, constituindo simultaneamente uma abstração da realidade, que é expressa recorrendo-se a números, símbolos, diagramas, gráficos, equações, inequações, que reduz a variedade e a complexidade do mundo real para um

nível que permite a sua compreensão, manipulação e conseqüente interpretação. Acrescenta-se que só quando os princípios de um modelo teórico têm uma base matemática, é que se está perante um modelo matemático, cuja estrutura matemática descreve aproximadamente as características de um fenómeno particular (Swetz & Hartzler, 1991).

De acordo com as perspectivas apresentadas, um modelo surge ancorado a um fenómeno real, cuja utilidade resulta na resolução de problemas inerentes ao fenómeno e conseqüente compreensão. Um modelo pode ter diversas naturezas, mas geralmente envolve uma relação funcional entre variáveis através de funções.

Outra questão que se coloca, diz respeito à representatividade do modelo, que tem implicações no fato do modelo estar ou não a representar fielmente o fenómeno, uma vez que se podem obter modelos matemáticos distintos de um mesmo fenómeno, decorrentes de diferentes modos de interpretar a realidade. Isto é, um modelo é proveniente de hipóteses e aproximações realizadas para se poder compreender o fenómeno e, nem sempre, tais aproximações condizem com a realidade, ficando esse processo sujeito à crítica e ao aperfeiçoamento.

Neste sentido, Blum e Niss (1991) consideram que a validade do modelo obriga a que se proceda à interpretação do modelo em relação às características da situação-problema que o gerou. Assim, a existência de discrepâncias obrigará no seguimento à modificação ou alteração do próprio modelo o que leva a que, por vezes, se tenha que repetir o processo de MM.

Outro conceito que merece esclarecimento é o termo aplicações matemáticas, que segundo Carreira (1993, p. 11), reporta-se à intenção de “estabelecer conexões entre a Matemática e o mundo real”, podendo entender-se os modelos matemáticos como parte integrante das aplicações e da MM para a resolução de situações-problema reais. Partilha também desta perspectiva Matos (1995) que considera que é fundamentalmente, através do manuseamento do modelo representativo do fenómeno, que se concretizam as aplicações matemáticas.

No intuito de explicitar, acrescenta Niss (1992) que as aplicações matemáticas têm origem no modelo matemático representativo do fenómeno, que se manuseia para se dar resposta aos problemas (tirar conclusões, fazer cálculos, verificar exemplos e resultados, aplicar conteúdos matemáticos).

A partir dos procedimentos expostos, verifica-se que os aspetos que distinguem MM de aplicações matemáticas são as exigências das hipóteses e das aproximações simplificadoras como requisitos para a determinação do modelo matemático. Conclui-se ainda que o modelo e a resolução de problemas são parte integrante tanto da MM como das aplicações matemáticas.

### 3.5.2. Processo de Modelação Matemática

O processo de MM de uma parte da realidade, tal como é entendida por Edwards e Hamson (1990), Biembengut (1999) e Bassanezzi (2002) de entre as inúmeras perspetivas apresentadas na literatura, quando utilizada em sala de aula, revela-se um método de ensino multidisciplinar e integrador de conteúdos da própria Matemática.

A compreensão da MM é apresentada na literatura da especialidade em termos do processo de construção do modelo matemático, traduzido em esquemas explicativos, ou seja, como entende Matos (1995), é “o processo que tem origem num dado fragmento da realidade e que culmina na construção de um modelo matemático dessa realidade” (p.18).

A literatura da especialidade apresenta uma diversidade de descrições do processo de MM através de um conjunto de etapas com enfoque ora no fenómeno ora no modelo, sendo considerado um ciclo que pode ser repetido sucessivamente até ser encontrado o modelo mais representativo da situação particular, significando isso que o processo de MM é um:

Processo dinâmico que envolve diversas etapas e por vezes ciclos até ao aperfeiçoamento e robustez de um modelo que traduza uma situação particular (Matos, 1995, pp. 20-21).

Apesar da aparente variação relativa ao processo de MM ilustrados pelos vários autores, (ver por exemplo a tese de Mestrado de Tomé Torres de 2007 onde apresenta seis modos de descrever o processo de MM), o ciclo de MM é esquematizado em termos gerais no encadeamento das seguintes etapas essenciais: (1) identificação de uma situação real; (2) tradução dos aspetos relevantes da situação problema para um modelo matemático; (3) investigação sobre o modelo matemático; (4) tradução dos resultados obtidos a partir do



modelo para a situação real; (5) avaliação da adequação e ajustamento dos resultados à situação real.

Atendendo ao contexto da presente investigação, adotou-se o processo de MM ao contexto educacional e que percorre o ciclo das várias etapas apresentadas na figura 3.3, por se considerarem as mais ajustadas ao 10º e 11º anos de escolaridade de ensino profissional e as mais pertinentes e promotoras ao desenvolvimento das competências citadas anteriormente (Quadro 3.13). Assim, o ciclo que se segue é o resultado de uma súpula com o nosso cunho pessoal da descrição das etapas dos processos de MM analisados (Biembengut, 1999; COMAP, 2010; Niss, 1991, Ponte, 1992b; Torres, 2007).

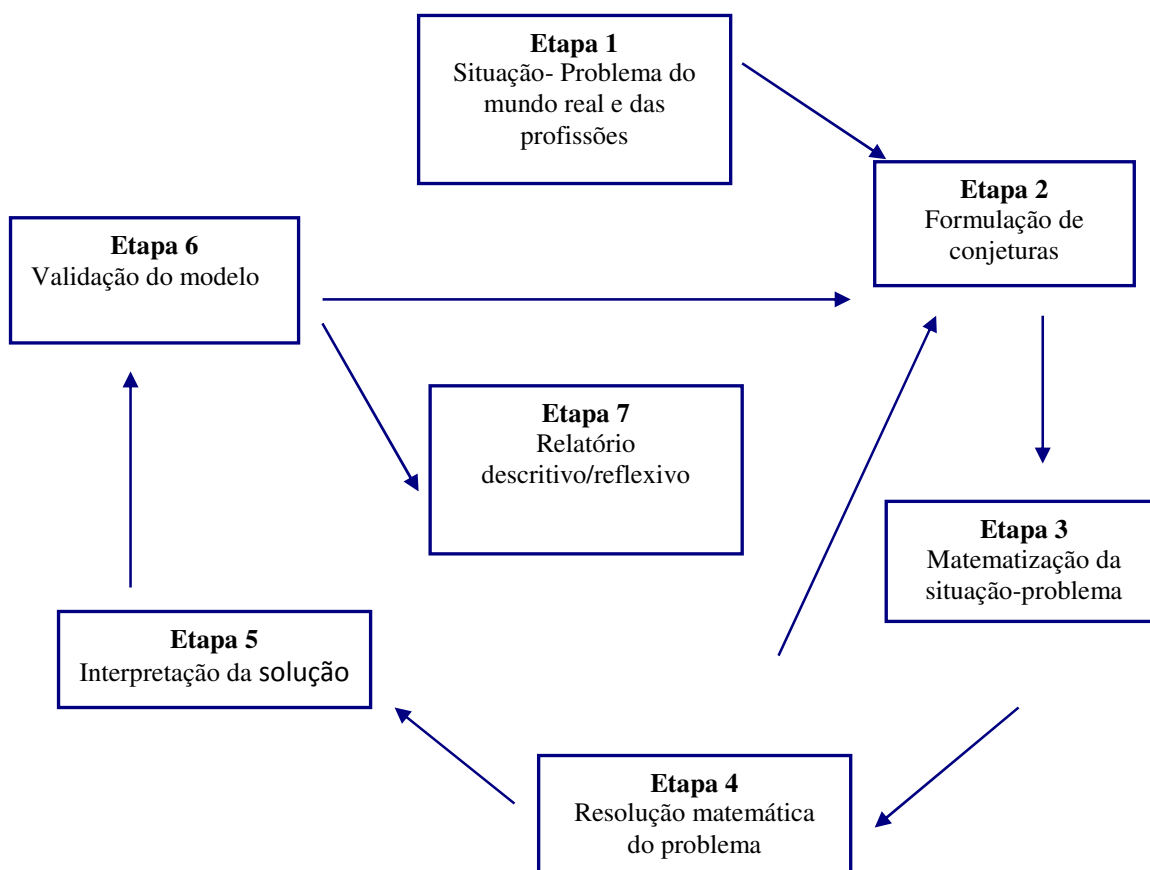


Figura 3.3- Processo de Modelação Matemática

Explicitando o processo de MM adotado:

**1ª Etapa:** No processo de MM, em particular na primeira fase, os alunos deverão ser convidados a refletir, analisar e interpretar a situação-problema. Se necessário, é nesta fase

que se poderá reformular o problema, ou seja a simplificação da situação-problema através de um enunciado claro. Segundo Ponte (1992b), é nesta fase que é necessário definir-se em que consiste o enunciado, para se entender com clareza qual o problema a resolver.

**2ª Etapa:** Na segunda etapa, pressupõe-se que os alunos estruturam o problema, formulando e validando conjecturas, com a identificação e tradução por meio de objetos matemáticos os elementos essenciais da situação, através de:

- (A) Levantamento de hipóteses;
- (B) Identificação das constantes envolvidas;
- (C) Identificação e generalização das variáveis relevantes;
- (D) Seleção dos símbolos apropriados para as variáveis;
- (E) Descrição das relações entre as variáveis.

Acrescenta-se que nesta etapa o professor poderá contribuir para a expansão dos conhecimentos dos alunos, direcionando a ação dos alunos para uma investigação complementar alusiva (por exemplo fatores condicionantes do problema).

Com os procedimentos citados, os alunos constroem modelos conceptuais (ou modelos internos), construção que por vezes se revela de extrema dificuldade, talvez decorrente de modelos internos aparentemente muito pobres ou inexistentes, que acabam por desencadear numa imagem distorcida da situação-problema.

Matos (1994) realça a importância de tais estruturas na resolução de problemas de MM e aplicação, reiterando que:

A atividade de resolução de problemas de aplicação envolve o estabelecimento de relações ou correspondências entre as situações e os modelos internos. Com base neste pressuposto, podemos interpretar as dificuldades dos alunos em fazer face a uma situação problemática, nomeadamente ao utilizarem apenas parcialmente a informação disponível, a dificuldade de lidar simultaneamente com diversos fatores presentes na situação e a interpretação deficiente dessa situação com origem na leitura da situação a partir de modelos internos pré-existentes e que atuam como fatores de enviesamento (p.71).

**3ª Etapa:** A etapa três representa a fase mais complexa e desafiadora, pois é nesta fase que se dará a tradução da situação-problema para a linguagem matemática (Biembengut S., 1999). É evidente a importância dada ao domínio de conceitos e relações entre os mesmos, nesta etapa, onde os conceitos matemáticos bem estruturados internamente constituem-se fundamentais para a construção de modelos matemáticos, que por sua vez parecem estar fortemente dependentes da consistência dos modelos internos existentes (Matos, 1994).

Ponte (2005) enfatiza que esta etapa é essencial para que o aluno adquira sensibilidade perante os aspectos mais globais do processo de MM, em particular a concepção do modelo, através do recurso a diversos métodos (numérico, algébrico e geométrico). A diversidade de métodos segundo o mesmo autor deve ocorrer de forma complementar face às limitações que cada método apresenta individualmente.

Nesta etapa, o acompanhamento e intervenção do professor no processo de matematização da situação-problema poderá caracterizar-se segundo as seguintes especificidades:

- (1) Intervenção subtil – é sugerido subtilmente o modelo a utilizar, havendo lugar a discussão sobre o mesmo;
- (2) Intervenção aberta -Após discussão acerca da Matemática a utilizar, o professor apresenta à turma o modelo matemático institucionalizado para o tipo de situação-problema considerada;
- (3) Intervenção final – A intervenção do professor ocorre somente após os alunos concluírem a matematização, seguindo-se uma discussão acerca da representatividade (erro de aproximação) do modelo encontrado pelos alunos, podendo o professor propor um novo modelo a ser explorado.

**4ª Etapa:** Pretende-se que os alunos resolvam eficazmente os problemas reais com o manuseamento do modelo matemático que fora previamente apresentado e representa o fenómeno descrito. Esta eficácia pressupõe que os alunos justifiquem os procedimentos realizados, que poderão consistir em tirar conclusões, fazer cálculos, verificar exemplos e resultados, aplicar conceitos matemáticos, entre outros).

**5ª Etapa:** No cumprimento da quinta etapa os alunos procederão à verificação da garantia da resolução do problema de acordo com as hipóteses definidas na etapa 2, ou seja, o

procedimento de interpretação da solução encontrada é feito à luz do contexto. Se a solução não tiver significado no contexto, isto significa ou a existência de lacunas ao nível do cálculo ou as hipóteses anteriormente definidas não são as adequadas, invocando esta última a possibilidade de retorno à etapa 2, com formulação de novas hipóteses.

**6ª Etapa:** No seguimento do processo de MM, na etapa 6, haverá lugar à validação do modelo, para análise do nível de representatividade da situação-problema apresentada.

Esta validação poderá ser feita através dos seguintes procedimentos:

- (1) Reflexão dos conceitos matemáticos utilizados;
- (2) Simulação com inclusão de novas variáveis;
- (3) Cálculo do erro de aproximação;
- (4) Apropriação de um novo modelo mais contextualizado com o problema e/ou com novas variáveis, uma vez que as hipóteses e aproximações definidas previamente atribuem um significado “frágil” ao modelo, criando um procedimento sempre aberto à crítica e ao aperfeiçoamento.

Citando as palavras de Matos (1994), quanto menos rica e complexa é a rede inter-conceitos de um indivíduo, mais difícil parece ser a aplicação desses conceitos e conseqüentemente a deteção de desajustes entre o modelo encontrado e a realidade, ou até mesmo entre o modelo criado e as estruturas mentais, significando que uma fraca coordenação dos esquemas conceptuais tende a provocar um baixo poder de avaliação do pseudomodelo.

Ressalva-se que a figura 3.3 explicita uma sequência de etapas que se podem repetir ciclicamente até à obtenção de um modelo adequado à situação. O benefício dessa etapa é promover uma postura crítica e consciente nos alunos da importância da Matemática na resolução de problemas do mundo real.

A capacidade para compreender, explorar, construir e analisar de forma crítica os modelos matemáticos, constituem importantes objetivos que o desenvolvimento da Matemática e das suas aplicações na sociedade moderna colocam com maior relevo educativo. Enaltecer esta perspectiva é um dos mais sérios desafios que se colocam aos docentes de Matemática na GC dessa disciplina (Ponte, 1992b).

**7ª Etapa:** Para conclusão do processo de MM na etapa 7 o professor requererá um relatório descritivo e reflexivo do desenvolvimento do processo de MM. Considerando a existência de uma dependência entre os processos de estruturação do pensamento e da linguagem, é nesta etapa estritamente necessário a concretização de um relatório visando a posterior correção da comunicação oral e escrita, uma vez que tal procedimento obriga o aluno a transmitir os raciocínios, discutir processos, e argumentar de forma lógica.

Esta perspectiva é defendida no programa da Matemática para o ensino profissional, quando se refere à comunicação matemática como uma das competências a desenvolver nos alunos (Ministério da Educação, 2004; Ministério da Educação 2004a).

Galbraith, citado no COMAP, (2010), apresenta três possíveis abordagens para a MM:

- (1) *Abordagem de aplicações generalizadas* (concentrada numa aplicação particular) - o professor apresenta o modelo e os alunos manipulam-no, sendo esta abordagem comum no ensino secundário (etapa 4 e 5).
- (2) *Método estruturado de Modelação Matemática* – o professor recorre a situações-problema matemáticos do mundo real e das profissões (etapa 1 a 7) exercendo um controle considerável sobre o modelo matemático a ser utilizado na etapa 3;
- (3) *Abordagem aberta na Modelação Matemática* – O acompanhamento do professor é limitado, incentivando os alunos a estudar matematicamente o problema de forma autónoma (etapa 1 a 7).

Carr (1989), apresenta uma visão semelhante à apresentada por Galbraith, considerando: (1) aplicação com apresentação prévia do modelo; (2) modelação directa; (3) modelação aberta.

Segundo Ponte (2005), a abordagem global duma situação-problema, percorrendo o ciclo integral do processo de MM, deve ser proposta, como um projeto a realizar em pequenos grupos, promovendo-se nos alunos a compreensão das conexões entre os vários domínios da Matemática e o poder e as limitações de cada um dos métodos (abordagens geométricas, algébricas, algorítmicas, numéricas, lógicas). Acrescenta, ainda, que a atividade de MM é igualmente essencial para que os alunos adquiram sensibilidade perante

os aspetos mais globais do processo de MM, em particular na conceção do modelo, na sua avaliação e na sua análise crítica.

Da revisão da literatura da especialidade extrai-se um entendimento consensual de que a aplicação matemática é parte integrante da MM (4ª e 5ª etapas), sendo o manuseamento do modelo o foco central para a resolução de problemas inerentes ao contexto.

Apesar de todos os argumentos anteriormente citadas, para o recurso à MM em sala de aula, parece que o que vem ocorrendo na gestão curricular da Matemática é uma lacuna ao nível da natureza das situações-problema promotoras do desenvolvimento das competências citadas no quadro 3.13 e da perceção do processo de MM pelo professor de Matemática.

Foi partindo destas suposições que se construiu um referencial de avaliação, objeto de posterior apresentação, para obtenção de informações acerca da natureza das situações-problema e da perceção do processo da MM, dos professores de Matemática envolvidos na investigação.

## **CAPÍTULO IV**

### **Avaliação da Gestão Curricular da Matemática dos Cursos Profissionais de nível III**

---

A avaliação tem arcado contornos diversos ao longo das duas últimas décadas, tendo assumido uma importância indiscutível na problematização de um conjunto de transformações inerentes às reorganizações curriculares, assim como na busca de boas práticas como resposta aos desafios suscitados pelo reforço do paradigma de desenvolvimento de competências.

O campo do currículo e da avaliação são, indiscutivelmente, lugares privilegiados para a produção de novas formas de ação e reflexão em educação, onde por vezes uma visão restrita à dimensão técnica escamoteia interesses e expectativas de cariz político, social e económico.

No presente capítulo, socorrendo-se nos vários autores consultados, pretende-se retratar as transformações paradigmáticas da avaliação sobre a complexidade dos contextos que determinam a construção de referenciais, e consequentemente comprometem instituições, ação administrativa e política e em particular o profissionalismo docente. Torna-se também fundamental aclarar o conceito e paradigmas de avaliação atendendo à sua evolução que ao longo das épocas decorreu ancorada à evolução da própria sociedade e das diferentes conceções de educação e de modelos de ensino-aprendizagem.

Conscientes da complexidade do conceito, a avaliação surge na presente investigação como um elemento integrante e regulador da Gestão Curricular da Matemática e consequentemente a análise das competências desenvolvidas.

#### 4.1. Conceptualização de Avaliação

Da revisão da literatura constata-se uma diversidade de posicionamentos face à avaliação, que, segundo Afonso (1999), resulta das especificidades do contexto onde se pretende avaliar e no paradigma teórico que a informa, incorrendo num conceito instável e mesmo subjetivo.

Ainda assim, diante do muito que se tem escrito sobre avaliação, arriscamo-nos a clarificar o conceito apoiando-nos nas palavras dos vários autores consultados, para a partir daí delinear o posicionamento de referência na presente investigação.

Decorrente da pertinência heurística do conceito de avaliação no quadro da presente investigação, propusera-se uma sustentação empírica não exaustiva da investigação em avaliação, mas um leve respingar das perspetivas, tendências e práticas que assinalaram cada época.

Decorrente da consistência de paradigmas, modelos e conceções é possível descortinar uma sequencialidade de fases ou gerações que constituem a referencialização história da evolução da avaliação e que espelham o conflituante problema resultante da legitimidade da própria avaliação.

Tyler, citado por Casanova (1999), marcou a teoria da avaliação nas décadas de 40 a 60, perspetivando-a como o modo de apreciar a consecução de um dado programa ou projeto educacional no sentido de atingir os objetivos pré-estabelecidos, isto é, o confronto entre os resultados e os objetivos previamente definidos.

Contudo a perspetiva, defendida por Tyler, viria a ser contestada por Guba e Lincoln (1981), por a considerarem redutora, uma vez que segundo os autores omite aspectos positivos e negativos de uma acção pedagógica.

A visão de Barbier (1990) interpreta a ocorrência de avaliação sempre que “nos encontrarmos em presença de operações que têm por resultado a produção de um juízo de valor sobre as atividades de formação” (p.27).

A este respeito, Cronbach, citado por Rosales (1990, p.23), considera os resultados proveniente de uma avaliação cruciais, para a tomada de decisões, considerando que “quem toma decisões deve possuir um conhecimento muito completo da realidade e, por isso, as informações devem ser minuciosas e amplas, recorrendo às mais variadas fontes”.



Na perspectiva de Hadji (1994), a avaliação é definida em termos de “uma operação particular da realidade (...) pela qual tomamos posição, nos posicionamos sobre uma dada realidade à luz de uma grelha de leitura que exprime, em relação a essa realidade, determinadas exigências” (pp. 85-86). Acrescenta o mesmo autor que a avaliação reporta-se a um juízo de valor entendido como:

Um acto de espírito pelo qual eu afirmo ou nego alguma coisa. A lógica clássica descreve-o como uma asserção que estabelece ou documenta uma relação entre dois termos, que enuncia uma relação como verdadeira ou falsa (...) os juízos de valor são aqueles por meio dos quais se aprecia o que vale a realidade, o que implica ter definido um valor. (p.32)

Scriven (1994) reporta a avaliação para o processo de determinação do mérito ou valor de entidades, sendo a avaliação o produto desse processo. O posicionamento deste autor incorre num processo regulador de uma atividade prática seja qual for a sua natureza, colocando a ênfase na avaliação dos processos mais do que dos resultados. Para o referido autor avaliar consiste num juízo de valor, pelo que a interpretação do avaliador está presente num qualquer processo de avaliação.

Outro autor de referência no campo da avaliação foi Stufflebean citado por Requena (1995), que partilhou à semelhança de Cronbach da importância da avaliação para a tomada de decisões. Acrescenta este último autor o carácter holístico da avaliação, defendendo que esta deve concorrer para maximizar a qualidade.

Cardinet citado por Figari (1996) explicita a avaliação no contexto educacional, como “um processo de observação e interpretação dos efeitos do ensino, que visa orientar as decisões necessárias ao bom funcionamento da escola” (p.33).

De acordo com o perspectivado por Luckesi (1998) o conceito de avaliação é formulado a partir das determinações da conduta de:

“atribuir um valor o qualidade a alguma coisa, acto ou curso de acção, (...)”, que por si, implica um posicionamento positivo ou negativo em relação ao objecto (...). Isto quer dizer que o acto de avaliar não se encerra na configuração do valor ou qualidades atribuídos ao objecto em questão, exigindo uma tomada de posição

favorável ou desfavorável ao objecto de avaliação , com uma consequente decisão de acção. (p. 76)

Das perspectivas apresentadas constata-se uma concordância quanto à conceptualização de avaliação em termos de um juízo de valor que pressupõe um balanço dos pontos fortes e dos pontos fracos, das vantagens e inconvenientes e das qualidades e defeitos, com referência num ideal esperado, facto que pressupõe a recolha sistemática de informações com vista à tomada de decisões.

Sumariamente, socorrendo-nos no proferido pelo Joint Committee on Standards for Education (1991), a avaliação está presente em todos os domínios da atividade humana, quer formalmente, quer informalmente, obrigando à clarificação de todos os elementos que caracterizam a natureza da própria avaliação. Partilha deste entendimento Alves (2004), que corrobora que avaliar consiste “numa actividade natural do ser humano, que constantemente consciente e/ou inconscientemente, faz juízos de valor, resultando daí diferentes posicionamentos perante o mundo que o cerca” (p.11).

Gouveia (2005) acrescenta que:

O essencial da avaliação reside numa relação entre o que existe e o que era esperado, entre um determinado comportamento e um comportamento-alvo, entre um desempenho real e um desempenho visado, em suma, entre uma realidade e um modelo ideal. (p.80)

Ao considerarmos a proposta conceptual de avaliação como um juízo de valor, é nosso entendimento que a avaliação, enquanto relação dialógica, permite conceber o conhecimento como apropriação do saber, como uma ação-reflexão-ação em direção a aprimorar a qualidade. Esta relação epistemológica pressupõe uma conexão entendida como uma reflexão aprofundada da ação.

## 4.2. Avaliação em educação – Síntese da evolução histórica

A avaliação é entendida como um fenómeno social, onde a análise desse fenómeno nos diversos períodos históricos dá a oportunidade de interpretação dos diversos sentidos e tensões que a avaliação foi sofrendo.

À medida que a sociedade se vai tornando mais complexa e as comunidades intelectuais crescem, o campo da avaliação foi sofrendo mutações ganhando novas dimensões, cuja apropriação foi mais intensa nos últimos anos.

Em meados do início do século XIX e boa parte do século XX, a avaliação adquiriu um estatuto epistemológico enquanto ciência. Até 1930, a avaliação caracterizou-se essencialmente como uma tecnologia de testes padronizados e objetivos com o propósito de medir a inteligência e o desempenho. Neste contexto, a *edumetria* foi utilizada para denominar o estudo quantitativo das variáveis relativas à aprendizagem individual ou coletiva e sobretudo medir os rendimentos individuais com recurso a testes e instrumentos técnicos de quantificação (Freitas, 2002).

A conceptualização da avaliação foi-se consolidando durante parte do século XX em termos de uma técnica de elaboração de instrumentos para classificar, medir quantificar e seleccionar, com transparência e credibilidade os rendimentos escolares.

O termo avaliação educacional foi proposto primeiramente por Tyler em 1934 num período em que a educação vinculava-se ao cumprimento de objetivos e a sua avaliação no confronto dos resultados com os objetivos previamente definidos. Nesta época a tarefa básica da educação caracterizava-se singularmente nos objetivos previamente definidos, considerando os recursos e crenças da ciência positivista em função das necessidades económicas e sociais. A avaliação educacional teve a sua origem no paradigma quantitativo vigente até à atualidade (Casanova, 1999; Estrela & Rodrigues, 1995).

Casanova (1999) reafirma este impulso quando explicita que “este é o contexto em que surge a avaliação científica em educação, dentro de um paradigma essencialmente quantitativo e de mentalidade tecnocrática, pelo qual se vai encontrar condicionada” (p. 19).

Os objetivos do modelo curricular protagonizado por Tyler citado por Casanova (1999) e que marcaram as décadas de 40, 50 e 60 foram uma reação à dependência dos

conteúdos curriculares tradicionais, dando lugar à pedagogia por objetivos, que deixou marcas consideráveis até à atualidade.

O currículo assume segundo a teoria de Tyler um modelo comportamental sendo avaliado em termos das realizações e resultados dos estudantes. Esta nova consciência coincidiu com a modernização da indústria, contudo este modelo revelaria rapidamente algumas fragilidades, no que concerne aos objetivos e práticas de ensino (Casanova, 1999).

Na época, questões relacionadas com o currículo e pedagogia raramente recebiam reconhecimento, não havendo por isso lugar à análise e ao uso dos resultados das avaliações em prol da qualidade do ensino e da própria avaliação, uma vez que, como refere Alves (2004), a ênfase colocada por Tyler nos objetivos resulta que, na prática, a avaliação consubstancia-se na comparação dos resultados com os objetivos pré-definidos sem se equacionar os próprios objetivos, fins atingidos e os processos envolvidos.

Postula-se aqui, que a perspetiva de Tyler encara a educação de forma muito redutora, cingida apenas à consecução de objetivos previamente definidos, servindo uma lógica instrumental numa ótica positivista de gestão - o controlo e a prestação de contas.

Um dos críticos ao modelo de Tyler foi Scriven (1981) que marcou sobretudo a década de 70 do séc. XX, reforçou a avaliação por mérito ou metas e o cumprimento do programa conforme as necessidades dos alunos. Introduziu ainda a avaliação formativa (dos processos) e sumativa (dos resultados) distinta nas suas funções e objetivos. Este autor ressalva a importância do avaliador desconhecer os objetivos pré-definidos, sendo os critérios de referências os extraídos das necessidades daqueles que estão implicados no ensino (Rosales, 1992). Assim compreende a avaliação como a emissão de um juízo de valor, considerando a subjetividade e neutralidade do avaliador no processo de avaliação, sugerindo a definição de critérios e respetivos indicadores como suporte a uma avaliação transparente e rigorosa (Requena, 1995).

Na linha de pensamento de Cronbach (1982), outro crítico do modelo de Tyler, a avaliação é a recolha e uso da informação para tomar decisões sobre um programa educativo. Ressaltou ainda a importância do uso de critérios de avaliação mais rigorosos na análise de resultados em benefício de uma avaliação de carácter formativo. Na perspetiva deste autor, a informação recolhida através de diversas fontes adquire uma importância

fundamental na tomada de decisões por revelarem uma leitura mais minuciosa, ampla e completa da realidade (Casanova, 1999).

Outro contributo, na década de 70 e 80, foi o deixado por Stufflebeam (1981) que destacou a avaliação curricular como feedback para a tomada de decisões na planificação e na implementação curricular, defendendo a avaliação crucial para a melhoria da qualidade do ensino.

Apologista da teoria de Cronbach, Stufflebeam perspetiva a avaliação como suporte à tomada de decisões, encarando-a em quatro tipos de acordo com o momento da sua operacionalização, a saber: (1) avaliação do contexto; (2) avaliação de entrada (input); (3) avaliação do processo; (4) avaliação do produto (output) (Rosales, 1992).

Mais detalhadamente, a *avaliação do contexto* reporta-se à identificação do objeto para se inventariarem as qualidades e defeitos, os problemas de consecução, a satisfação em relação às necessidades reais, a fim de se identificar a necessidade ou não de reformulações. A *avaliação de entrada* vincula uma planificação e posterior acompanhamento do plano de reestruturação previamente traçado. A etapa posterior, *avaliação do processo*, diz respeito à obtenção sistemática de informações, sobre a implementação do plano de reestruturação. Por fim, a *avaliação do produto* final, decidirá sobre a continuidade, prolongamento ou ampliação do plano.

A Organization for Economic Cooperation and Development (OCDE), desde os anos 70, atenta às necessidades de formação de mão-de-obra qualificada, emprego e desenvolvimento elaborou indicadores internacionais que comparam o desempenho dos países membros. Este posicionamento da OCDE enaltece a avaliação pelo vínculo decisor político em função das informações sobre a eficácia e eficiência das performances políticas, estabelecendo cinco objetos de interesse, a saber: (1) fluxo de alunos no sistema de ensino; (2) resultados dos alunos; (3) estabelecimentos e seu entorno; (4) custos do ensino; (5) expectativas e atitudes em relação à educação.

É em função do exposto que a avaliação adquire um estatuto como instrumento técnico e político ao serviço dos decisores internacionais e empresariais. Esta ideologia reporta a avaliação para o controlo de resultados e em particular na educação a eficácia e qualidade da formação agora entendida como bem público.

As fragilidades do sistema avaliativo da época depressa deixaram a descoberto a inadequação dos instrumentos de avaliação em função das especificidades de cada

situação, retirando à avaliação o carácter inequívoco. Perante esta debilidade, era urgente banir esta ambiguidade, tendo para isso que:

Os governos, de mãos dadas com o mercado, exigem agora maior eficácia na produção das qualidades e dos perfis requeridos nessa nova fase do capitalismo, as famosas competências e habilidades, em substituição dos princípios democráticos e pluralistas dos anos anteriores, que lutavam pela ideia de igualdade e ampliação do acesso à educação. (Freitas, 2002, p. 28)

Freitas (2002) refere ainda que:

Como instrumento técnico para efeito político de organização hierárquica do serviço público e do trabalho em geral, a avaliação de modo algum pode ser considerada neutra e ingénua. Ela transforma, isto é, produz efeito, tanto para vida individual como para a sociedade e o Estado. Legitima valores e ideologias, justifica admissões e demissões, ascensões e reprovações, premiações e sanções, reforços e coerções (...). (p.20)

O quadro 4.1 sintetiza a evolução da avaliação no contexto educacional, cujas perspetivas dos vários autores anteriormente citados, aparecem numa entendimento consensual ao introduzir a importância da avaliação no suporte à tomada de decisões e na busca do aperfeiçoamento.

**Quadro 4.1 – Síntese evolutiva da histórica da Avaliação Educacional**

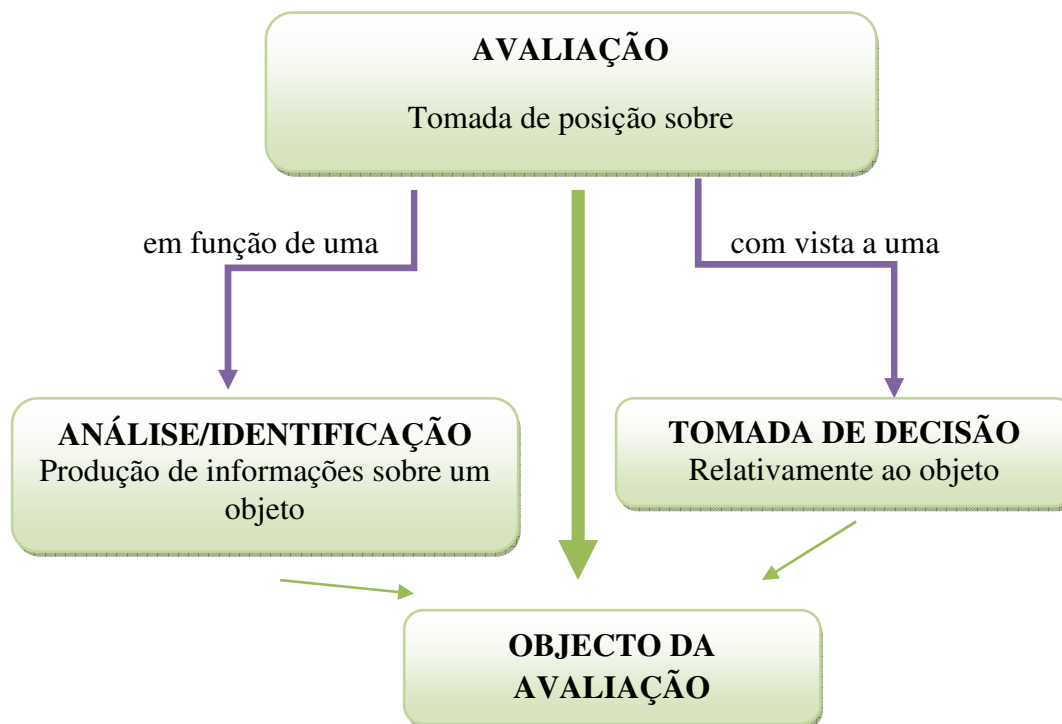
<p><b><i>Século XIX e boa parte do século XX</i></b> <b><i>Até década 30</i></b></p>	<p>Avaliação com estatuto epistemológico enquanto ciência; Como tecnologia de testes padronizados e objetivos; Medição dos rendimentos individuais com recurso a testes e instrumentos técnicos de quantificação. Abordagem psicométrica orientada para a avaliação das aprendizagens dos alunos</p>
<p><b><i>Tyler</i></b> <b><i>Década 40, 50, 60</i></b></p>	<p>Proposta do termo <i>avaliação educacional</i> Paradigma quantitativo e de <i>mentalidade tecnocrática</i>; Ênfase nos objetivos educativos (pedagogia por objetivos); Congruência entre objetivos e realizações; Diversidade de instrumentos de avaliação.</p>
<p><b><i>Scriven</i></b> <b><i>(Opositor de Tyler)</i></b> <b><i>Década 70</i></b></p>	<p>Julgamento por mérito, metas e cumprimento do programa; Avaliação formativa (dos processos) e sumativa (dos resultados). Definição de critérios e despectivos indicadores como suporte a uma avaliação transparente e rigorosa.</p>
<p><b><i>Cronbach</i></b> <b><i>(Opositor de Tyler)</i></b> <b><i>Década 70, 80</i></b></p>	<p>Avaliação de suporte à tomada de decisões sobre um programa educativo; Uso critérios e indicadores para uma avaliação mais rigorosos na análise dos resultados em benefício de uma avaliação de carácter formativo.</p>
<p><b><i>Stufflebeam</i></b> <b><i>(apologista de Cronbach)</i></b> <b><i>Década 70, 80</i></b></p>	<p>Feedback para a tomada de decisões na planificação e implementação curricular; Avaliação para a melhoria da qualidade do ensino.</p>
<p><b><i>OCDE</i></b> <b><i>Desde a década de 70</i></b></p>	<p>Indicadores internacionais que comparam o desempenho dos países membros em função das necessidades de formação de mão-de-obra qualificada, emprego e desenvolvimento; Avaliação com vínculo decisor político;</p>

A evolução histórica indicia que desde os anos 60 até ao início da década de 80, a avaliação ganhou grande impulso e solidez, ampliando no seu campo novos modelos. É o designado período da profissionalização em que o novo paradigma se reporta para o *Estado avaliador* influenciado pelas políticas neoliberalistas, onde (Freitas, 2002):

O estado deixou de ser o provedor de benefícios e serviços, que a sociedade utiliza para superar os seus problemas e passou a exercer severo controlo e forte fiscalização. (...) a avaliação tinha o propósito de analisar a eficácia dos programas com a finalidade de torná-los melhores e mais produtivos em termos sociais. (p. 28)

Apesar da aparente variação, das perspectivas assumidas pelos vários autores consultados, elas parecem convergir para uma avaliação de carácter formativo, entendida como um meio de maximizar a qualidade da educação e de suporte à tomada de decisões.

Esta ideologia é defendida por Hadji (1994) que interpreta todo o processo avaliativo como a interacção entre a análise e a tomada de decisão, como se depreende na figura que se segue (Figura 4.1):



**Figura 4.1 - Propósitos da avaliação.**

Fonte: Hadji, C. (1994). *A avaliação regras do jogo: Das interações aos instrumentos*. Porto: Porto Editora. (Adaptado)

O maior desenvolvimento da avaliação educacional deu-se com a identificação de parâmetros qualitativos e quantitativos que sobreviveram até à atualidade com a eficácia de um currículo padronizado, através do uso de uma avaliação estandardizada (Kliebard, 1992).

Alaiz, Góis e Gonçalves (2003) demarcam a evolução da avaliação educacional em quatro fases distintas (Quatro 4.2):



**Quadro 4.2 - Fases da Avaliação segundo Alaiz, Góis e Gonçalves**

Fase	Conceção
1º Fase	Avaliação como medição;
2º Fase	Avaliação centrada nos objetivos previamente definidos;
3º Fase	Juízo de valor acerca da qualidade do objeto avaliado;
4º Fase	Avaliação radicada no construtivismo.

Por sua vez, Escudero (2003), sistematiza as fases da avaliação, ocorridas desde o século XX até à actualidade como a seguir se apresenta:

**Quadro 4.3 - Fases da Avaliação segundo Escudero**

<b>Fase da eficiência e do teste (1910-1930)</b>	<p>Teste no ensino;</p> <p>Eficácia da escola segundo critérios como a relação com as despesas;</p> <p>Aperfeiçoar dos testes perante a necessidade de classificação do pessoal recrutado e a da seleção dos dirigentes na I Guerra Mundial;</p>
<b>Fase de Tyler (1930-1945)</b>	<p>Ênfase no conjunto de objetivos educativos (pedagogia por objetivos);</p> <p>Diversificação dos instrumentos de avaliação;</p> <p>Congruência entre os objetivos e as realizações.</p>
<b>Fase da Inocência (1946-1956)</b>	<p>Período de relativa estagnação. Período da idade de ouro e da expansão do bem-estar.</p> <p>Expansão da literatura sobre avaliação;</p> <p>Utilização expressiva de testes e provas.</p> <p>Expansão da educação, sem a exigência de prestação de contas pelos sistemas educativos.</p>
<b>Fase da expansão (1957-1972)</b>	<p>Enfoque na relevância e a utilidade da avaliação;</p> <p>Valorização da avaliação, pelo interesse público;</p> <p>Trabalhos no âmbito da teoria da avaliação (Cronbach, Scriven, entre outros clássicos).</p>
<b>Fase da profissionalização (desde 1973 à atualidade)</b>	<p>Ênfase na negociação de resultados,</p> <p>Participação dos intervenientes na definição dos critérios e dos indicadores a usar nos processos avaliativos;</p> <p>Formação de especialistas no domínio da avaliação, profissionais legitimados pelos seus conhecimentos, experiência e competências.</p>

Autores como Guba e Lincon (1981) distinguem a conceptualização do conceito de avaliação a partir dos princípios do século XX, em quatro finalidades:

**Quadro 4.4 - Finalidades da Avaliação a partir dos princípios do século XX**

<b>Mensuração</b>	Natureza quantitativa; Instrumentos/testes para aferir os resultados de aprendizagem (ênfase no aprendente); Papel técnico do avaliador; Controlo e eficiência social.
<b>Descrição</b>	Compreensão e descrição das causas do sucesso ou insucesso no cumprimento dos objetivos pré-estabelecidos; Papel do avaliador remete para a descrição de padrões e critérios de avaliação a aplicar.
<b>Julgamento</b>	Crítica/questionamento da validade/fidelidade dos testes padronizados; Ênfase no juízo de valores sobre o objeto de avaliação; Avaliador como juiz, técnico e descritor de padrões e critérios de avaliação a aplicar.
<b>Negociação</b>	Processo interativo, negociado (paradigma construtivista); Ênfase na participação/envolvimento dos atores; Avaliador como facilitador no processo de identificação das estratégias avaliativas.

As várias teorias consultadas no contexto educacional põem em evidência diversas abordagens científicas acerca da importância e da utilidade dos resultados da avaliação, abrindo caminho para distintos paradigmas, que ancoram a cada um deles métodos e técnicas específicas.

### 4.3. Paradigmas da Avaliação

A avaliação educacional ao longo dos tempos refletiu diversos pendores paradigmáticos vigentes que se referenciam em dois paradigmas, a saber: *o paradigma quantitativo e o paradigma qualitativo*. Na encruzilhada destes dois pressupostos paradigmáticos determinaram-se em cada época, métodos, técnicas e práticas avaliativas que constituíram um forte impulso na avaliação.

Numa fase primária o *paradigma quantitativo* enaltecia os resultados, em detrimento dos processos, através de técnicas quantitativas, vistas como rigorosas e objetivas.

A respeito do paradigma quantitativo da avaliação, Requena (1995) postula que se caracteriza pela “busca e crença da objectividade da avaliação. A objectividade da ciência e da avaliação é o resultado da sua fiabilidade e validação dos instrumentos de recolha e análise dos dados” (p.90). Na perspectiva do autor, o recurso a técnicas quantitativas, permite a obtenção de dados mais válidos e fiáveis, condutores a uma maior objectividade e rigor.

No atinente ao paradigma quantitativo, Casanova (1999) vincula-o à avaliação sumativa, considerando-a a mais objectiva na quantificação dos produtos com resultados quantificáveis e precisos não se preocupando com os processos.

O paradigma quantitativo na asserção de Alves (2004) “põe em relevo uma concepção de currículo de influência positivista, associada aos fins a atingir, traduzidos em desempenhos a observar nos alunos” (p.38). Acrescenta, ainda, que são ignoradas questões de ordem ética, tais como a complexidade e diversidade dos processos educativos, relegando para segundo plano os contextos e características dos elementos intervenientes.

Figari (1993) considera a necessidade de se introduzir o conceito de avaliação normativa, associada à quantificação de resultados, quando se refere ao paradigma quantitativo no contexto educacional. Exemplo da associação entre o paradigma normativo e paradigma quantitativo são os exames nacionais atuais cujos resultados subsidiam a seleção dos alunos e conseqüentemente o ranking das escolas no sistema educativo português.

Esta ideologia de avaliação visa a eficácia organizacional do sistema educativo, sustentada nos resultados dos alunos, que constituem os indicadores fundamentais para a emissão de juízos de avaliação.

Sobre este assunto, Afonso (1999) reitera que a avaliação normativa parece ser a modalidade de avaliação mais adequada quando a comparação e a competição passam a constituir valores fundamentais em educação, significando isso, no nosso entender, um estímulo à competitividade entre escolas. Esta ideologia assente no ranking das escolas ancora a imagem e reconhecimento público de cada escola, decretado em função do seu posicionamento.

Em oposição ao paradigma quantitativo nasce o paradigma qualitativo, que abona a supremacia nos processos, colocando a ênfase na avaliação formativa em oposição à avaliação circundada à consecução dos objetivos pré-definidos (Casanova, 1999).

Partilhamos da opinião de Requena (1995) quando considera que o paradigma qualitativo arrasta para a avaliação o carácter subjetivo, considerando a influência do contexto e a interpretação dos vários fenómenos pelos atores envolvidos na avaliação. Assim, contrariando o paradigma quantitativo, que abandona o entendimento da educação como um processo tecnológico, o paradigma qualitativo considera a influência de uma esfera de valores.

Acrescenta ainda o mesmo autor que para a existência de um equilíbrio é necessário que “a avaliação não se pode versar unicamente sobre a constatação aséptica de resultados com objectivos pré-estabelecidos, observáveis e quantificáveis. (...) A vida na aula é um sistema aberto de intercâmbio, evolução e enriquecimento” (p. 93).

Do exposto, depreende-se que o paradigma qualitativo acarreta para a avaliação a função reguladora, a partir de informações sobre os processos e produtos com vista à obtenção da melhoria, uma vez que convoca como principal finalidade o melhoramento das práticas que se realizam na escola.

Esta inclusão partiu da necessidade de se dar importância aos processos, à forma como o aluno aprende e à forma como o professor ensina, por forma a controlar a eficácia do processo, passando a ser considerados elementos importantes do currículo, os métodos, as estratégias, os recursos, entre outros.

A actual realidade educativa aglutina os dois paradigmas (quantitativo e qualitativo) ao serviço da função reguladora no sentido da qualidade das práticas educativas. A respeito desta procura incessante Guerra (2002) profere as seguintes palavras:

A finalidade última da avaliação e a origem da sua exigência é o melhoramento da prática que se realiza na escola. A avaliação não é um simples apêndice, um adorno, um acréscimo que se coloca no final do processo (...) Não se avalia por avaliar (...), mas para melhorar a qualidade da prática. (p.271)

O autor citado enfatiza nas palavras, que se seguem, o contexto como factor determinante no processo de avaliação, distinguindo *contexto diacrónico* do *contexto sincrónico*, que constituem elementos diversos de carácter respectivamente interno (corpo docente, proveniência social dos alunos, ...) e externo (localização escolar, natureza do meio envolvente, ...). Acrescenta ainda que “o contexto diacrónico é importante, dado que a escola não pode ser entendida sem a sua história” e o contexto sincrónico que atende a uma diversidade de “códigos de uma escola, (linguísticos, comportamentais, ideológicos, etc.)” (p. 51).

Retomando o paradigma qualitativo, Guerra (2002) entende que esta doutrina contextualiza a avaliação, por contemplar:

O contexto de referência (tanto diacrónico como sincrónico) em que a experiência se realiza, o tamanho da organização, a peculiar configuração psicossocial, que a define, a idiossincrasia da sua cultura, o meio envolvente em que se instala, a procedência dos seus protagonistas, o momento em que se analisa. (p.272)

Esta perspectiva deixa a descoberto a natureza qualitativa e etnográfica das técnicas para a recolha de dados num dado contexto organizacional.

Em jeito de síntese, Rosales (1992) e Freitas (2002) explicitam a ancoragem da avaliação a diferentes paradigmas, em três períodos distintos (Quadro 4.5):

**Quadro 4.5 – Períodos de inclusão dos diversos paradigmas da Avaliação**

<b>Avaliação Convencional (anos 60)</b>	Paradigma quantitativo, positivista.
<b>Avaliação (anos 70)</b>	Movimento de responsabilização (prestação de contas). Movimento <i>accountability</i> .
<b>Avaliação (anos 80)</b>	Novos paradigmas de avaliação - paradigma qualitativo.

Alguns autores, como Guerra (2002), defendem a complementaridade dos paradigmas (quantitativo e qualitativo), sobretudo no contexto educativo quando se

avaliam as escolas, pois o recurso a métodos diversificados permite compreender mais amplamente a realidade dos factos, isto é, a triangulação de dados com o recurso a métodos diversificados concorrerão para uma avaliação mais eficaz.

Na linha do exposto, o mesmo autor acrescenta que:

Um único método não permite captar com rigor o que acontece numa instituição tão complexa como a escola. Se só observarmos o que acontece sem dispormos das opiniões dos observados, se só sondamos a opinião através de um questionário sem comprovarmos como se produzem s factos através da observação, se só analisarmos os documentos que compõem o projeto de intervenção ou as memórias da atividade sem os deciframos (...) será difícil emitir um juízo fundamentado sobre o valor da atividade educativa. (p. 273)

No quadro síntese que se segue (quadro 4.6), apresentam-se os principais aspetos que caracterizam a dicotomia paradigma quantitativo, paradigma qualitativo da avaliação:

**Quadro 4.6 – Dicotomia do paradigma quantitativo e qualitativo da Avaliação**

Avaliação	Paradigma quantitativo	Paradigma qualitativo
<b>Objeto</b>	Resultados Produtos	Processos
<b>Função</b>	Reguladora do sistema Controlo Seleção Comparação Hierarquização	Reguladora da atividade interna da escola Formativa Visa a qualidade
<b>Referente</b>	Normativo Não atende ao contexto	Critérios definidos pela própria escola Atende ao contexto.
<b>Método</b>	Técnicas quantitativas	Técnicas qualitativas

Do ponto de vista teórico, será propósito no capítulo da metodologia sustentar de que forma os paradigmas explicitados anteriormente estão subjacentes no presente estudo empírico.

#### 4.4. Avaliação da Gestão Curricular

Em meados do século XX, o lançamento do Sputnik pelos Russos, inspirou o desenvolvimento do currículo e a atividade de avaliação fomentada pelos projetos matemáticos e científicos financiados em crescente expansão, tornando-se a avaliação curricular obrigatória para quantificação dos sucessos e insucessos escolares (Kliebard, 1992).

A avaliação curricular surgiu para dar resposta à necessidade de se estabelecerem critérios de eficácia para os projetos curriculares inovadores. Novas metodologias surgiram a fim de compreender a implementação de projetos curriculares e a natureza da complexidade do processo de mudança curricular e da natureza política da avaliação em consequência de uma maior consciência ética (VKlenowski, 2010).

A crescente sofisticação da teoria e prática da avaliação do currículo era significativa para fundamentar as decisões políticas, recaindo sobre a teorização da avaliação curricular novos modelos e abordagens. Embora inicialmente a avaliação do currículo estivesse associada à inovação e ao desenvolvimento, desde 1980 que é utilizada como estratégia de controlo da gestão curricular (VKlenowski, 2010).

A avaliação da gestão curricular intensifica-se, contudo, através de um processo de controlo externo, sem a justificação e argumentação do referencial de avaliação, “imposto autoritariamente pelas hierarquias administrativas (...) com o intuito de averiguar os efeitos das políticas, programas, projetos, materiais educativos, métodos, estratégias, etc.” bem como a inspeção para “controlar e verificar a fiel implantação, utilização e realização dos dispositivos de formação nos termos que tenham sido formalmente definidos e apresentados” (Alves, 2004, pp. 40-41).

Ressalva Luckesi (1998) que a avaliação não pode ser dissociada da GC, uma vez que antes de se reflectir acerca dos recursos disponíveis para avaliar é necessário reflectir-se sobre as finalidades ou intenções da avaliação. Acrescenta o mesmo autor, dado que o ser humano interfere no meio, o acto de planear uma avaliação fica sempre ideologicamente comprometido pela actividade intencional através da qual se projectam fins e estabelecem meios para alcançá-los.

Postula Perrenoud (1999) que a avaliação é cedo ou tarde:

Criar hierarquias de excelência, em função das quais se decidirão a progressão no curso seguido, a seleção no início do secundário, a orientação para diversos tipos de estudo, a certificação antes da entrada do mercado de trabalho e, frequentemente a contratação. Avaliar é também privilegiar um modo de estar na aula e no mundo, valorizar formas e normas de excelência, definir um aluno modelo, aplicado e dócil para uns, imaginativo e autónomo para outros. (p. 9)

Depreende-se da citação anterior que o autor canaliza a lógica da avaliação para a regulação das aprendizagens, do trabalho e das relações de autoridade que envolvem toda a comunidade educativa.

Perrenoud critica as hierarquias que objetivam posicionar os alunos em relação ao grupo com referência à norma de excelência, sem considerar o conteúdo de conhecimentos e o desenvolvimento de competências, atual realidade do sistema de ensino português. O mesmo autor encara a avaliação como auxílio da aprendizagem com a função de acompanhar e prevenir ao invés de impedir e advertir.

A ideologia crítica da avaliação assumida pelo autor supracitado sobre avaliação tradicional é retratada nas palavras que se seguem: “não satisfeita em criar fracasso, empobrece as aprendizagens e induz, nos professores, didáticas conservadoras”(p.18).

O autor alforria, no entanto, o paradigma atual da avaliação que contempla a pedagogia diferenciada e a diversidade de trajetórias de formação. Este otimismo é invocado na importância que atribui à avaliação formativa pelo seu carácter individual:

A avaliação formativa participa da renovação global da pedagogia, da centralidade sobre o aprendiz, da mutação da profissão do professor: outrora dispensador de aulas e de lições, o professor torna-se o criador de situações de aprendizagem portadoras do sentido de regulação. (p. 18)

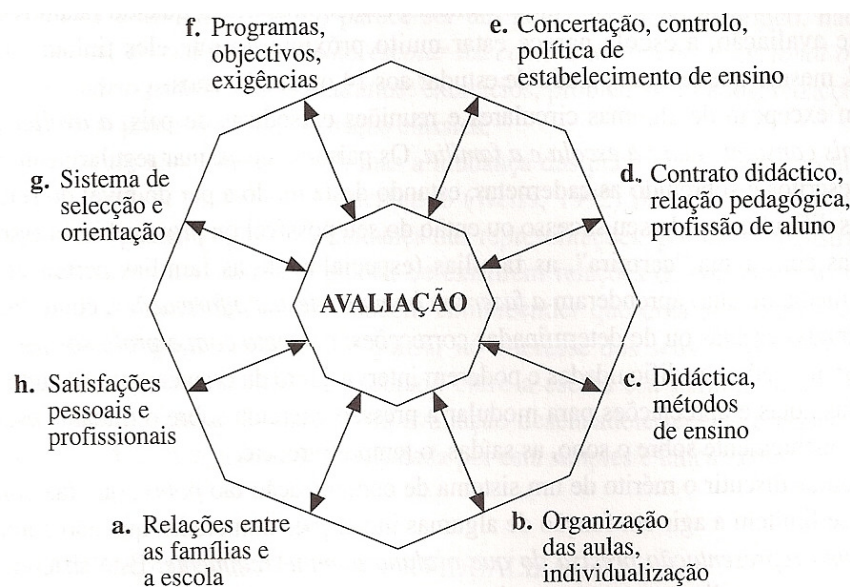
Partilhamos deste posicionamento, em que o professor é invocado como um prático, sendo-lhe concedido o direito de participar na gestão, execução e controlo de um processo de avaliação, assim como posteriormente na utilização dos resultados e recomendações dessa avaliação.



Abre-se o caminho para um exame crítico da ação, onde o professor assumirá uma postura interna reflectindo e ponderando sobre as opções tomadas.

A avaliação persiste sob o efeito de uma dupla paradoxal legitimidade. Por um lado a performativa das pressões económicas e sociais, e por outro a autonomização política e reflexiva (Alves & Machado, 2008).

Para inovar as práticas, no sentido de uma avaliação menos selectiva, devem ser conforme a teoria de Perrenoud contempladas as seguintes dimensões de avaliação da excelência das aprendizagens (Figura 4.2):



**Figura 4.2 - A avaliação no centro de um octógono de forças.**

Fonte: Perrenoud, P. (1999). Avaliação: da excelência à regulamentação das aprendizagens: entre duas lógicas. Porto Alegre: Arte Médicas Sul. (p.146) (Adaptado)

Tendo como suporte as dimensões expressas na figura anterior, não é nossa pretensão na presente investigação a explanação de todas elas, mas aquelas que se afiguram mais potenciadoras de dar respostas à questão de investigação enunciada no capítulo da introdução, a saber: (f) Programas, Objectivos e Exigências – na gestão instituída; (b) Organização das aulas, individualização e (c) didáctica e métodos de ensino – na gestão intencional e implementada. Destas dimensões, resultarão no processo de avaliação respostas ao nível das situações-problema e fundamentação das metodologias inerentes.

Alarcão (2001a), no atinente à avaliação no contexto curricular, enfatiza a sua origem na necessidade de se refletir sobre a inadequação da escola perante as constantes mutações sociais.

O verbo *avaliar* surge na retórica político-partidária apologista de uma *cultura de avaliação*, onde a definição de metas, objetivos e patamares de resultados parecem justificar de forma redutora a sua pertinência.

Perante esta fragilidade o que parece que vem ocorrendo é uma receita abusiva da avaliação, como se a partir dela viessem as respostas aos problemas centrais ou como se construísse em si uma política ou valor (Alves & Machado, 2008).

A complexidade de um processo de avaliação requer um domínio de técnicas de investigação avaliativa por parte do avaliador, cuja complexidade se espelha em quatro fatores determinantes que caracterizam a sua atualidade (Alves & Machado, 2008):

- (1) Objetivos da investigação avaliativa - A avaliação dos sistemas e das organizações aparece com enfoque no contexto do ensino e aprendizagem e da formação, a partir de meados da década de 90;
- (2) Metodologias de avaliação - Pluridisciplinaridade: contributo da psicologia, filosofia, sociologia, ciências da educação e ciências políticas, nos modelos e processos de avaliação;
- (3) Papeis dos atores intervenientes - Maior valorização de uma avaliação participada, e importância acrescida na decisão política;
- (4) Contextualização da atividade avaliativa – O contexto determina a construção dos referenciais e a implementação e resultados dos dispositivos de avaliação.

Na perspetiva consensual acerca da filosofia da avaliação, os vários autores consultados entendem que a avaliação pode configurar-se num recurso pedagógico útil e necessário para auxiliar os professores na procura da qualidade das suas práticas pedagógicas, ou como um instrumento regulador da governabilidade das sociedades contemporâneas (Alves & Machado, 2008; Casanova, 1999; Freitas, 2002).

Este pensamento enfatiza a avaliação em função dos objetivos que se pretendem ver alcançados, controlando-se constantemente a caminhada de forma reflexiva e crítica, considerando todos os elementos envolvidos no processo. Assim, no contexto educacional,

assiste-se a influências e pressões que determinam a regulação dos próprios sistemas avaliativos, que se pressupõe ser participados, sob pena de se revelarem periféricos e estéreis.

Postula Vilhena (2002) que avaliar consiste no repensar do funcionamento da implementação curricular, com destaque para os diversos intervenientes: é a instituição que se abre aos espaços educativos; é o professor que operacionaliza o currículo; é o aluno que, através do seu comportamento, torna real o projeto e é o investigador que, através da avaliação, procura categorizar o objeto de estudo com base nas informações recolhidas.

A evolução da avaliação educacional incide nas metodologias e abordagens. Os resultados obtidos em avaliações realizadas permitem constatar a crescente compreensão da complexidade das interações entre os órgãos políticos, ao nível local, profissional e de sala de aula (Alves & Machado, 2008).

A avaliação da GC tornou-se um campo dinâmico de estudo face à evolução conceptual do currículo e mutação concomitante dos seus processos curriculares, sendo, pelo exposto, o currículo parte integrante da avaliação curricular.

De acordo com o postulado por VKlenowski (2010), a avaliação da GC é “um processo de descrição, análise e julgamento das práticas educativas com base referencial nas decisões políticas e das instituições com determinado propósito” (p.335).

Qualquer projeto de avaliação, de forma explícita ou mais implícita, interroga sobre aspetos de natureza ética: (1) Qual o propósito da avaliação?; (2) Quem realiza a avaliação?; (4) Quais os direitos dos avaliados?; (5) Quem é o público?; (6) Como se concretiza a avaliação?; Que critérios?; Como serão apresentados os resultados da avaliação?; entre outras, (Harland,1994).

Numa abordagem semelhante Macedo (1994), baseado nas premissas do construtivismo piagiano, propõe quatro questões básicas inerentes à avaliação: (1) O quê?; (2) Como?; (3) Por quê?; (4) Para quê?

Avaliação da GC consiste em determinar o valor de determinado produto ou processo que pode incluir objetivos de aprendizagem, documentação ou experiências de aprendizagem com objetivo de orientar a tomada de decisões na gestão do currículo.

Organizações e governos usam a avaliação curricular para análise da eficácia de um currículo, programa ou prática, tendo em vista a implementação, desenvolvimento ou mudança (VKlenowski, 2010).

No campo curricular, a avaliação serve na perspectiva de Harland, (1994) dois propósitos distintos (Quadro 4.7):

**Quadro 4.7 - Propósitos da avaliação no contexto curricular segundo Harland**

<b>Fins formativos</b>	Cumpra o papel de aperfeiçoamento, desenvolvimento, ou conhecimento da GC;
<b>Fins sumativos</b>	Obtenção do feedback dos resultados, mérito, ou eficácia de um currículo específico.

Nesta linha de pensamento, Chelimsky (1997) apresenta os seguintes propósitos de avaliação da GC (Quadro 4.8):

**Quadro 4.8 - Propósitos da avaliação no contexto curricular segundo Chelimsky**

<b>Medição de responsabilização</b>	De resultados ou eficiência;
<b>Desenvolvimento</b>	Desenvolvimento ou melhoria;
<b>Conhecimento</b>	Compreensão aprofundada da prática

No discurso de VKlenowski (2010), o objetivo da avaliação do currículo terá impacto na escolha dos métodos utilizados e na regulação e desenvolvimento de decisões políticas. Inicialmente a avaliação servia o desenvolvimento e implementação de inovações curriculares, manutenção do currículo, e posteriormente o controle da gestão do currículo, sendo utilizados métodos como observações, entrevistas, testes e questionários para a recolha dos dados a fim de julgar a qualidade de certos objetivos de aprendizagem ou intenções, processos e resultados. Acrescenta o mesmo autor que a autoavaliação do currículo implementado pelo professor auxilia a reflexão crítica da qualidade das decisões inerente ao próprio processo de conexão entre o currículo instituído e os respetivos programas de ensino e aprendizagem.

Atualmente a avaliação do currículo é uma atividade regular por parte de decisores políticos, condutora à evolução de teorias potencialmente influentes nas reformas educativas.

#### 4.5. Limitações na implementação de um processo de avaliação

A multiplicação de modelos teóricos no domínio da avaliação apresenta um vasto leque de estratégias de operacionalização.

No quadro da avaliação da GC com enfoque no processo ensino-aprendizagem, apresenta-se no quadro 4.9 a sequência de procedimentos na implementação da avaliação, com enfoque na orientação de apoio à tomada de decisões.

**Quadro 4.9 – Etapas contempladas num processo de avaliação segundo sete áreas de intervenção**

<b>Etapas</b>	<b>Questões consignadas em cada etapa da avaliação</b>
<b>Focalizar a avaliação</b>	Que dimensões avaliar? Qual a finalidade da avaliação? Quem será implicado na avaliação? Que fatores poderão influenciar a avaliação? Quais as questões avaliativas?
<b>Desenho da estratégia de avaliação</b>	Quais as abordagens avaliativas disponíveis? Que aspeto deve contemplar a avaliação?
<b>Recolha da informação no terreno</b>	Que tipo de informações deverão ser recolhidas? Que tipo de procedimentos na recolha? Que quantidade de informação a recolher? Que instrumentos e qual a sua validade/fidelidade?
<b>Análise e interpretação da informação recolhida</b>	Como analisar e interpretar os dados recolhidos?
<b>Apresentação dos resultados da avaliação</b>	Como apresentar os resultados da avaliação?

Fonte: Instituto para a Qualidade na Formação, I. (2006). Guia para a avaliação da formação. Lisboa: Instituto para a Qualidade na Formação, I.P. (Adaptado)

Dado que a implementação de um processo de avaliação nem sempre resulta numa tarefa fácil, muitos investigadores apropriam-se de modelos teóricos criados por outros autores, possibilitando o desenvolvimento de competências no domínio da avaliação.

A partir da análise e reflexão mais aprofundada da revisão da literatura acerca de práticas de avaliação existentes, subtrai-se o seguinte quadro com as principais dificuldades associadas à operacionalização de um processo de avaliação (Quadro 4.10):

Quadro 4.10 - Principais dificuldades na operacionalização da Avaliação

<b>Principais dificuldades na operacionalização da Avaliação</b>	
<b>Várias teorias e modelos de avaliação</b>	Especificidades do contexto e públicos; Necessidades de adaptação dos modelos disponíveis; Necessidade do avaliador definir as melhores estratégias e ajustar ou criar um referencial de acordo com as respostas pretendidas.
<b>Complexidade de alguns modelos de avaliação</b>	A dificuldade da implementação do modelo de avaliação é determinada pela complexidade do contexto, tipo de informação pretendida e abrangência da avaliação;
<b>Fraca apropriação da teoria avaliativa</b>	Para um domínio das competências avaliativas, recomenda-se o testar dos modelos existentes para “avaliar para aprender a avaliar”.
<b>Procura da precisão da avaliação</b>	Garantia da “objetividade”; No contexto profissional, a objetividade pretendida será o resultado da construção pelos vários atores de um projeto construído.
<b>Subjetividade dos processos de avaliação</b>	É possível ao avaliador uma objetividade a 100% nas interpretações que providencia?; O avaliador transporta as suas concepções do “aceitável” ou “inaceitável” para a avaliação?;
	<p><b>Algumas recomendações:</b>      ↓</p> <p>Recurso a sistemas de validação de dispositivos de avaliação, focalizados na análise de dimensões, critérios e indicadores a usar sobre determinada realidade social; Recurso a mais do que um indicador para avaliar a concretização de determinado critério de avaliação; Verificação da validade e fidelidade de instrumentos de avaliação a aplicar; Triangulação de dados e de olhares avaliativos; Validação dos resultados de avaliação; Repetição das observações e explicitação conceptual.</p>
<b>Fraca envolvimento dos atores no processo de avaliação</b>	Os atores devem ter conhecimento de todo o dispositivo de avaliação e a forma como vão participar (ao nível da construção/validação e respetiva implementação);
<b>Uso indevido dos dados da avaliação</b>	São recolhidos dados que não chegam a ser utilizados na avaliação; Incorporação de dados na avaliação sem impacto; Não apresentação dos resultados de avaliação aos atores para futuras decisões; Não apresentação dos resultados de avaliação em tempo oportuno; Utilização dos resultados de avaliação para outros fins que não a melhoria das práticas de formação.
<b>Inconsistência dos dados recolhidos</b>	Dados contraditórios; Recomendações pouco fundamentadas; Informação pouco credível;
<b>Fraca sustentabilidade dos processos de avaliação</b>	Fraca desenvolvimento de uma cultura de avaliação focalizadas para mecanismos de vigilância que garantam a qualidade da formação.

O(s) avaliador(es) são os atores que intervêm no processo de avaliação, deste modo para uma fiel avaliação é necessário a máxima isenção rigor e sentido ético por parte dos mesmos. Neste âmbito apresenta-se em síntese o papel que o(s) avaliador(es) devem assumir perante um processo de avaliação (quadro 4.11).

**Quadro 4.11 – O papel do(s) avaliador(es)**

<b>O papel do(s) avaliador(es)</b>	
<b>Legitimidade do avaliador</b>	Capacidade de colaborar na construção do projeto de avaliação como “parceiro” Capacidade de isenção durante o processo.
<b>Posicionamento do avaliador</b>	Perspetiva externa da avaliação (avaliação da gestão curricular).
<b>Rigor metodológico e utilidade da avaliação</b>	Informar todos os atores de eventuais cedências de rigor metodológico e sua fundamentação.

Fonte: Instituto para a Qualidade na Formação, I. (2006). Guia para a avaliação da formação. Lisboa: Instituto para a Qualidade na Formação, I.P. (Adaptado)

#### **4.6. Estudos de avaliação no ensino profissional**

A avaliação no contexto do ensino profissional, como já havíamos referido, no contexto nacional, é uma ação diminuta. Contudo a nível internacional, tem-se procurado promover o desenvolvimento da avaliação nesse contexto.

Em forma de resenha passamos a apresentar alguns estudos que se afiguraram mais relevantes no contexto nacional e no contexto internacional. Salienta-se, no entanto, o carácter geral desses estudos no contexto do ensino profissional, desconhecendo-se a existência de estudos com enfoque na GCM.

Os estudos a que nos vamos referir envolveram organismos centrais como a Agência Nacional para a Qualificação e o Ensino Profissional – IP, assim como de iniciativa privada por parte de investigadores nacionais e internacionais. A pertinência da enumeração desses trabalhos prende-se por considerarmos que todos eles constituem um contributo para a qualidade do ensino profissional, consequência de um *Estado Avaliador*, com vista à regulação e melhoria da escola.

O primeiro trabalho, que agora se apresenta da autoria CESO I&D Dois (2004), corresponde à conceção e realização de um estudo nacional de avaliação da eficácia comparada do subsistema de ensino profissional relativamente a outros subsistemas de educação/formação. O trabalho desenvolvido pretendeu avaliar a eficácia dos cursos profissionais, comparativamente com os cursos tecnológicos e sistema de aprendizagem, salientando o nível e determinantes da sua procura, a utilização das competências construídas e a adequação da formação ministrada. Contemplou, igualmente, as parcerias que sustentam o ensino profissional, assim como o contributo desta via de ensino para dar resposta às necessidades em competências da estrutura empresarial nacional. O trabalho visou estabelecer a comparação, não do conjunto do ensino profissional, mas dos cursos profissionais de nível secundário que atribuem diplomas equivalentes ao diploma do ensino secundário regular conferindo a qualificação de nível III, com outras modalidades com o mesmo grau de qualificação tais como cursos tecnológicos e cursos do sistema de aprendizagem de nível III de qualificação. O desenvolvimento do trabalho permitiu “analisar a procura dirigida às escolas profissionais, identificar os seus principais determinantes, avaliar os resultados dos cursos das escolas profissionais numa dupla perspetiva, de alternativa ao ensino regular e à saída desqualificada para a vida ativa e do emprego das competências construídas” (CESO I&D Dois, 2004, p. 6).

A análise comparada do ensino profissional foi sustentada em informação estatística obtida junto do Ministério da Educação (estabelecimentos, matrículas, taxa de escolarização); do Instituto de Emprego e Formação Profissional (IEFP) (relatórios da observação para a vida ativa, situação do mercado de emprego); do Departamento de Estatística do Emprego e Formação Profissional (necessidades de formação); do Instituto Nacional de Estatística (população, emprego); do Gabinete de Gestão do Programas de Desenvolvimento Educativo para Portugal (PRODEP) (estudos de percurso pós-formação) e do EUROSTAT (situação comunitária).

Outro contributo é o trabalho da autoria de Maria Helena Madeira (2006), Professora do ensino secundário e mestre em Ciências da Educação pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, subordinado ao tema *Ensino Profissional de Jovens Um Percurso Escolar Diferente para a (Re)Construção de Projectos de Vida*. Este trabalho pretendeu analisar os motivos e os condicionalismos presentes nas opções dos



jovens que optam por esta via de formação. Incidiu sobre duas modalidades de ensino profissional: o *sistema de aprendizagem* e as *escolas profissionais*.

Procurando avaliar o impacto do alargamento do número de alunos a frequentar o ensino profissional, entre 2004 e 2009, de 26 mil para cerca de 124 mil, através da rede de escolas secundárias públicas, a então Agência Nacional para a Qualificação (ANQ) encomendou um estudo ao Instituto de Estudos Sociais e Económicos (IESE), *Avaliação externa do impacto da expansão dos cursos profissionais no sistema nacional de qualificações*, cujos primeiros resultados foram dados a conhecer, por António Oliveira das Neves, em setembro de 2010.

Os resultados apontaram para a existência de uma relação mais próxima entre a procura de cursos e a oferta dos mesmos. Permitiram ainda concluir que a procura acompanhou o crescimento da oferta e, em consequência, as taxas de escolarização no ensino secundário melhoraram. Apurou-se “uma transformação no ensino secundário, em resultado da coexistência de cursos de carácter geral e cursos profissionais, a qual tem induzido maior heterogeneidade nos públicos e maior diversidade dos alunos”. Esta constatação, no entender dos autores, remete para novos desafios quanto à gestão das escolas secundárias, no que concerne à adoção de novos tipos de ensino, em função de novos perfis de formação. Este facto evidencia, pois, a pertinência do presente estudo por constituir uma avaliação que pretende ser um contributo na regulação e acompanhamento da gestão curricular da Matemática em particular a cursos profissionais.

Face à descentralização do ensino profissional exclusivo das escolas profissionais para o centro do sistema educativo português, o estudo destaca algumas áreas a merecer particular atenção, nomeadamente o acompanhamento das escolas “no desempenho da sua nova missão, a dotação das escolas de mecanismos de garantia de qualidade e o repensar das políticas ativas de emprego dirigidas a jovens”. O referido estudo implicou uma análise, considerando alguns indicadores como o perfil social dos diplomados, o sucesso escolar, inserção profissional e prosseguimento de estudos.

Paralelamente a estas considerações, o estudo apresenta uma análise ao ajustamento da oferta de cursos profissionais às necessidades do tecido produtivo, alguns fatores considerados críticos para o sucesso dos cursos profissionais, assim como um conjunto de recomendações que resultam das principais conclusões extraídas do estudo e que podem ser consultadas no relatório final e no sumário executivo do *Estudo de avaliação externa*

*dos percursos pós-formação dos diplomados de cursos profissionais no contexto da expansão desta oferta no Sistema Nacional de Qualificações.*

Outro contributo relevante é o projeto que teve origem em 2010, cujo percurso culminou na apresentação de um livro intitulado "Gerações de Ensino Profissional". Este projeto incorpora, através de aproximadamente 100 testemunhos, relatos de histórias de vida de três gerações (os que estudaram em escolas industriais e comerciais antes de 1975 altura em que se extingue o ensino técnico e se procede à unificação do secundário, pondo-se termo à separação entre o ensino liceal e o ensino técnico; os que frequentaram o secundário, através de vias qualificantes, após 1982, onde teve palco a diversificação das modalidades de ensino, com o relançamento do ensino técnico-profissional e o desenvolvimento de diversos cursos profissionais a título experimental; e os que optaram pelos cursos secundários predominantemente orientados para o ingresso na vida ativa - cursos tecnológicos; e os que enveredaram por cursos que conferem uma dupla certificação nos últimos anos - a modalidade do ensino profissional.

O referido livro evidência a expressão do ensino profissional, constituindo cada vez mais uma primeira escolha que os jovens assumem, de forma consciente, por estarem a optar por um caminho que lhes permita simultaneamente o prosseguimento de estudos e inclusão no mercado de trabalho.

A Agência Nacional para a Qualificação, em articulação com a Associação Nacional de Escolas Profissionais, encomendou a uma equipa de especialistas, coordenada por Paulo Pedroso, docente do ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, *uma análise prospetiva da evolução setorial em Portugal*, cujos resultados foram divulgados no dia 13 de maio de 2012. Teve o intuito de minimizar os efeitos das incertezas resultantes das constantes alterações de natureza socioeconómica e consequentemente auxiliar na decisão do planeamento da oferta de educação e formação de nível secundário.

Este estudo comportou duas fases, a primeira reportou-se à análise dos cenários de evolução da estrutura setorial em Portugal (globalização, as alterações demográficas, o ambiente e a sustentabilidade, as políticas governamentais, e os sistemas de atores e dinâmicas de mercado), a segunda na análise da oferta das qualificações existentes.

Também no contexto nacional, vários têm sido os momentos de reflexão acerca do ensino profissional, destacando-se o encontro ProfMat 2013, onde de entre os diversos temas centrais anunciou-se um espaço de reflexão sobre as “diferentes ofertas formativas”.

O seminário "A indústria e o sistema de educação e formação: Contributos para a Estratégia Europa 2020" teve como principal objetivo contribuir para a definição e desenvolvimento de uma estratégia concertada que permita ao Sistema de Educação e Formação responder às necessidades da Indústria e considerá-la por conseguinte uma parceira privilegiada no âmbito da afirmação social do ensino profissional em Portugal. Este seminário decorreu no dia 22 de março de 2013, no Centro de Congressos de Lisboa, tendo sido organizado pelo Centro de Formação Profissional da Indústria Metalúrgica e Metalomecânica (CENFIM), em articulação com a Agência Nacional para a Qualificação e o Ensino Profissional (ANQEP). Este encontro privilegiou destinatários como empresários, diretores de recursos humanos, profissionais de educação e formação e de orientação, representantes de associações de pais, entre outros agentes da comunidade educativa. Houve lugar à reflexão acerca de dois modelos formativos: o da formação em alternância que se pretende implementar (considerando a empregabilidade, a competitividade e a sustentabilidade da indústria e da economia nacional) e o do ensino profissional atendendo à missão dos futuros Centros para a Qualificação e o Ensino Profissional – CQEP. Também foram analisados os desafios com que se depara o ensino de nível secundário de dupla certificação no contexto atual.

Foram desenvolvidos dois *workshops* centralizados no Quadro Europeu de Qualificações - QEQ e no Quadro de Referência Europeu de Garantia da Qualidade para o Ensino e a Formação Profissionais - EQAVET que constituem dois instrumentos de valorização do ensino profissional e de garantia da transparência e credibilidade das formações profissionalizantes na comunidade europeia.

No contexto internacional a formação profissional, no início da década de 90, teve o contributo de teóricos do currículo, tais como Bobbitt e Charters citados por VKlenowski (2010) que foram fortemente influenciados pelas correntes da industrialização e a divisão do trabalho, tendo desenvolvido estudos no âmbito da formação profissional e o papel social do currículo escolar.

A ideia de que a aprendizagem é fundamental para a prosperidade individual, organizacional e social na economia do conhecimento global tem resultado na relação entre a aprendizagem e o trabalho, tornando-se um foco de pesquisas na última década. De entre outros, por exemplo os estudos da autoria de Boreham, Samurçay e Fischer (2002), Antonacopoulou, Andersen, Elkjaer e Hoyrup (2005) e de Billett, Harteis e Eteläpelto

(2008), desenvolvem trabalhos no âmbito da aprendizagem profissional, ensino profissional e contexto de trabalho.

Pesquisadores neste contexto acreditam que o trabalho e a educação constituem contextos de aprendizagem uma vez que:

- (1) têm conceitos formulados e métodos para analisar o processo e os modos de aprendizagem que ocorrem em ambos os contextos;
- (2) com a identificação das condições iniciais e/ou contínua de ensino profissional as empresas podem apoderar-se desse conhecimento e estratégias para facilitar as aprendizagens individuais e/ou coletivo para uma mais eficaz aprendizagem em contexto de trabalho.

Exceções notáveis de investigação no campo do ensino profissional são também por exemplo alguns dos capítulos publicados da autoria de Tuomi-Gröhn e Engeström (2003) e a coleção editada da autoria de Engeström (2008) onde é patente a transposição da fronteira entre os sistemas de ensino vocacional de ensino profissional.

Estudos atuais enfatizam a aquisição de habilidades e competências que decorrem a partir de situações-problema mal definidas pelos professores e formadores. Esta grave lacuna recorre da inconformidade entre o que é aprendido nas escolas de ensino profissional e o que é exigido aos profissionais em contexto de trabalho (Achtenhagen & Grubb, 2001).

Baartman e Bruijn (2011) referem que investigações ao nível cognitivo focalizam o seu objeto de estudo em situações-problema simples, enquanto investigações ao nível sócio-cultural centram-se em situações-problema mais complexos. Estas abordagens são criticamente mencionadas nos trabalhos por exemplo da autoria de Kirschner, Sweller e Clark (2006).

A investigação neste âmbito tem concorrido para o desenvolvimento de perfis de qualificação de competências, baseado no núcleo do trabalho, competências e processos de trabalho, para as quais os países europeus procuram filiar os seus perfis nacionais de qualificação ao Quadro Europeu de Qualificações especificando competências em diferentes níveis (Brockmann, Clarke, Méhaut, & Winch, 2008).

Apesar da diversidade de contributos perpetuados pelos vários autores, *o processo de ensino e aprendizagem suscetível de promover o desenvolvimento de competência*

*professional* continua a ser um “livro com muitas páginas por abrir”, deixando ainda em aberto respostas por exemplo ao nível: (1) do modo como a aprendizagem se desenvolve ao longo do percurso académico de um aluno de ensino profissional; (2) o modo como é realizada a integração entre conhecimentos, habilidades e atitudes e qual o seu significado; (3) a influência do conhecimento e da compreensão na aquisição de habilidades e o significado das atitudes no processo de ensino e aprendizagem.

A estas questões, procuraram dar resposta Baartman e Bruijn (2011), recorrendo a uma abordagem de conceptualização de processos de integração entre conhecimentos, habilidades e atitudes mediante uma analogia com os processos de transferência. Estas autoras apropriaram-se das teorias cognitivas, sociais e culturais por considerarem-nas, apesar da sua essência contraditória, úteis para essa conceptualização. As teorias utilizadas incluem a transferência ou a reconceptualização, cognição, mudança conceitual, processos de internalização, desenvolvimento da identidade e hábitos profissional.

As autoras citadas argumentam a apropriação dessas teorias por contribuírem para a descrição dos processos de aprendizagem que decorrem em sala de aula e em contexto de trabalho, forma contemplada na educação profissional. No quadro desta ação, as autoras delinearam um percurso sustentado no trabalho de revisão da literatura no âmbito do ensino profissional holandês da autoria de Van den Berg e De Bruijn (2009) para encontrar respostas ao nível da: (1) Conceptualização do processo de ensino e aprendizagem; (2) Contexto do ensino profissional (aprendizagem escolar e no contexto de trabalho); (3) Objetivo da aprendizagem - a competência dos alunos.

Também no Seminário Educational Interfaces between Mathematics and Industry (EIMI-Study) organizado pela International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) e pela Internacional Council for Industrial and Applied Mathematics (ICIAM) foram, como já havíamos referido anteriormente, desenvolvidos trabalhos que contemplaram a análise das interações entre a Educação Matemática e as aplicações industriais. Os trabalhos desenvolvidos sustentaram-se na premissa de que existem conexões entre a Inovação, Ciência, Matemática e a produção e distribuição de bens e serviços na sociedade e que, em virtude dessas conexões, existe a necessidade de uma análise e reflexão sobre as estratégias para a educação e formação dos alunos e o desenvolvimento de novos perfis profissionais (ICMI-ICIAM, 2008). As duas entidades organizadoras desenvolvem conjuntamente um projeto comum no sentido de procurar

aspectos educacionais convergentes entre a Matemática e a Indústria, tendo simultaneamente como propósito a partilha de pesquisas, trabalhos teóricos, projetos e experiências, assim como a reflexão conjunta entre investigadores e profissionais de todo o mundo.

European Centre for the Development of Vocational Training (CEDEFOP) publica regularmente relatórios sobre a educação e formação profissional (EFP) de pesquisa na Europa para maximizar a transparência e a partilha de investigações em EFP. Esses relatórios de síntese apresentam um resumo dos principais temas, descobertas e conclusões de pesquisa em EFP na Europa. Há espaço para a análise da coordenação e financiamento dos sistemas de EFP, reflexão sobre a aprendizagem ao longo da vida a partir de um ponto de vista pedagógico e o papel das empresas na formação e emprego. Uma gama de questões são discutidas no âmbito das competências e a sua relação com o emprego e mercado de trabalho, o desempenho individual, transição para a vida ativa e exclusão social.

#### **4.7. Considerações gerais sobre o estado atual do ensino profissional no ensino secundário português**

Apesar dos esforços, o ensino profissional continua a ser objeto de críticas por parte de diversos especialistas (Pardal et al., 2005). O sistema de ensino profissional com todos os seus princípios e fundamentos tem implicações ao nível da GC do professor e da própria instituição, de modo a que cada componente, disciplina, área ou módulo, concorram de forma coerente para a compreensão do desempenho profissional, por parte do aluno.

Este modelo assume-se como meio de consagração de uma nova GC de carácter autónomo para a comunidade educativa e produtora de aprendizagens integradoras, relevantes e significativas atenta às especificidades de cada aluno.

Todos estes pressupostos permitem cada passo possível ser dado em direção ao que se espera ver enraizado até 2015 (Sá-Chaves, 2001):

(...) no sistema educativo a trilogia que tipifica as formas de ensinar através das formas de aprender: o aprender ensinando, o aprender assistindo e o aprender autónomo. Trilogia que remete para uma dimensão supervisora das funções de

ensino, de natureza meta-reflexiva e que providencia soluções estratégicas não-standard de acordo com a natureza instável e dinâmica de cada situação, de cada aprendiz e de cada contexto de formação. (p.94)

Esta atuação, segundo o olhar da mesma autora, poderá resgatar o sistema educativo português da pressão quantitativa, que obscurece a qualidade, a diversidade e a diferenciação institucional.

A perspectiva de maximizar a qualidade dos sistemas de educação e formação, pressupõe que as competências de base sejam, de facto, acessíveis a todos, incluindo os menos favorecidos cognitivamente, com necessidades específicas ou com insucesso escolar, não só em termos de resultados, mas também em termos de equidade e aquisição de competências, por forma à igualdade de oportunidades (Alves & Machado, 2008).

Aludindo ao perspectivado por Pereira citado por Costa (2008), o ensino profissional nas escolas secundárias só conseguirá singrar, se se souber apropriar de forma reflexiva, de algumas diretrizes, conhecimentos e da lógica de funcionamento das escolas profissionais.

Para a eficaz implementação dos CP nas escolas secundárias nacionais, alguns autores sugerem algumas diretrizes e estratégias de desenvolvimento:

- (1) *Flexibilização da estrutura curricular* (Bastos citado por Costa, 2008) - Inclusão de módulos opcionais de acordo com as especificidades de cada área técnica, ou reforço de determinados módulos em função da sua continuidade;
- (2) *Flexibilização da distribuição da carga horária* (Bastos citado por Costa, 2008) – previamente definida em função das necessidades dos alunos;
- (3) *Flexibilização dos horários dos professores* (Pereira citado por Costa, 2008) – de forma a responderem às exigências inerentes ao modelo de formação, cujo calendário escolar é determinado pela carga horária;
- (4) *Formação adequada dos professores da área técnica* (Pereira citado por Costa, 2008) – para o acompanhamento adequado da evolução tecnológica e sua aplicabilidade. Esta formação além da formação contínua deve integrar a experiência pedagógica partilhada no seio da equipa formadora;
- (5) *Desenvolvimento de recursos educativos adaptados ao ensino profissional* (Lobo, 2009) – Assentando o ensino profissional na vertente essencialmente técnica e prática, deverá apostar-se em metodologias alicerçadas em projetos de

intervenção com ênfase nas novas tecnologias, oficinas de formação para consolidação dos conteúdos disciplinares;

(6) *Possibilidade de contratação de professores das áreas técnicas junto das empresas* (Bastos citado por Costa, 2008) – o modelo de autonomia e gestão da escola pública não deve restringir este processo ao ensino secundário;

(7) *Apropriação da logística e do saber como, nas escolas secundárias* (Costa, 2008) – de modo a se responder eficazmente às exigências dos CP em particular ao nível da área técnica;

(8) *Envolvimento de organismos públicos da administração local e do terceiro sector* (Resende citado por Costa, 2008) - através de parcerias e contratos-programa, que resultem numa mais-valia para ambos os parceiros;

(9) *Estabelecimento de uma rede escolar equilibrada e articulada* – maximização dos recursos temporais, evitando-se a duplicação de oferta em escolas geograficamente próximas.

Passados quase oito anos desde a introdução do ensino profissional nas escolas secundárias nacionais, reconhece-se que é a modalidade de ensino que apresenta maior índice de:

(1) Sucesso escolar (Lusa, 2007);

(2) Empregabilidade (Torres & Araújo, 2010);

(3) Combate ao abandono escolar (cerca de 38,6% em 2005) e insucesso escolar (Cortez citado por Antunes, 2010).

De acordo com os dados divulgados pelo Ministério da Educação, a diminuição da taxa de retenções no ensino profissional, que se constata desde 2001, evidenciou-se significativamente nos dois últimos anos letivos, reduzindo-se para 25%. A taxa de retenção dos alunos a frequentar o 12º ano caiu em 2005/2006. Acresce o facto de o número de alunos a frequentar o ensino secundário ter decrescido progressivamente na última década, aumentou sete por cento desde 2005/06, passando de 262.858 para 282.188 (Lusa, 2007).

A atual percepção dos jovens portugueses aponta para os CP serem uma via para a inclusão na vida ativa, frequentando cerca de 50% dos alunos do secundário nesta via de



ensino. Esta percentagem vem ao encontro das expectativas do Ministério da Educação como meta inserida na política de combate ao abandono e insucesso escolar.

Um estudo realizado pelo departamento de Ciências da Educação e do Património da Universidade Portucalense, sob a orientação da professora Cláudia Teixeira, aponta para mais de 40 mil alunos portugueses a frequentar entre o 9º e o 12º ano de escolaridade, facto que determinou o não abandono precoce da escola, por opção ou por exclusão, nos últimos dois anos letivos (Antunes, 2010). Assim, o ensino profissional desempenha um veículo promotor do sucesso escolar, permitindo aos alunos desenvolverem as suas capacidades atitudes e competências individuais.

Apesar dos esforços, o ensino profissional ainda é alvo de estigmatização, no seio da comunidade educativa (Azevedo, 2004), incorrendo na necessidade de mudar mentalidades no sentido de se entender esta via de ensino como uma importante alternativa para elevar os índices de escolaridade da população.

A melhoria dos resultados e o aumento da taxa de frequência escolar é coincidente com o aumento da oferta educativa no contexto profissional, que no ano 2007/2008 abrangia quase 63 mil alunos. A totalidade de alunos matriculados em vias profissionalizantes correspondia a 35,4% da população escolar deste nível de ensino (Lusa, 2007).

Apesar do otimismo em relação a alguns objetivos atingidos, segundo Fátima Antunes, professora e investigadora da Universidade do Minho, quando falava no 2.º Encontro sobre o Ensino Profissional, realizado na Fundação Cupertino de Miranda, no Porto, no final de Maio de 2010, referia a necessidade de se debater o ensino profissional, sugerindo mesmo a substituição desta nomenclatura para educação profissional, por considerar estar em causa o valor educacional das diversas modalidades de ensino que, segundo a investigadora, *pouca relação tem com o seu valor profissional ou com o estatuto social a que dão acesso.*

Na perspectiva da investigadora, o ensino profissional deve seguir uma filosofia de práticas curriculares que atendam às individualidades dos alunos. Esta GC entra muitas vezes em colisão com as práticas patentes no sistema educativo regular. Acrescenta, ainda, que no seu entender, *a modularização da escolaridade pode responder às diferenças desafiando as desigualdades (...)* se no horizonte da educação estiver o objetivo de partir dos interesses imediatos e espontâneos dos alunos para ir além desses. Sublinha também

que se a *modularização* do currículo não é suficiente na via que justificou a filosofia da sua criação, insuficiente é a sua aplicabilidade nas restantes vias de ensino, considerando o aprofundamento da *modelação* dos currículos *o maior desafio colocado à educação em geral e não apenas à profissional em particular*.

No mesmo encontro, Fátima Antunes, realçou as muitas contradições que subsistem em torno do Ensino Profissional, em particular no que se refere à sua estrutura e diretrizes curriculares. Na sua opinião e na dos oradores presentes duas questões de fundo se colocam; (1) *Como se pode atender ao ritmo de aprendizagem diferenciado dos alunos e ao mesmo tempo apenas se financiarem três anos de estudos?*; (2) *Como fazer uma modularização do ensino com turmas quantitativamente excessivas?*

Fátima Antunes acredita que apesar das contradições presentes, o ensino profissional apresenta-se como o desvio institucional potenciador de colocar os alunos perante a descoberta de que a escola também é para eles, uma vez que a modularização da aprendizagem incumbe aos alunos o compromisso e a responsabilidade com o processo de aprendizagem.

Adalberto Dias de Carvalho, investigador da Universidade do Porto e coordenador do observatório dos recursos educativos, reitera que o crescimento exponencial do número de alunos a frequentar o Ensino Profissional é um claro indicador de que essa realidade deixou de ser uma fatia "residual". Também no 2.º Encontro sobre o Ensino Profissional anteriormente apresentado, Adalberto Dias de Carvalho em parceria com Nuno Fadigas, investigador e professor de Filosofia no ensino recorrente, apresentaram os resultados de um estudo sobre o tipo de recursos educativos que estão a ser usados pelos professores nesta via de ensino. O estudo abrangeu escolas públicas e privadas, do interior ao litoral e de norte a sul, com uma amostra de 446 inquiridos, onde os resultados culminaram no destaque para as fotocópias, com 92,6% dos professores a admitirem o recurso a este material. Contrariando uma das características estruturais do Ensino Profissional, a não adoção de manuais escolares, os resultados encontram uma recetividade de 28,5%. Já 63% dos professores inquiridos afirmaram recorrer com alguma frequência a ficheiros em formato digital, nomeadamente plataformas *moodle* e dispositivos de memória como *pendrives*.

A supremacia dada aos manuais escolares adotados nas disciplinas congéneres do ensino regular, e livros técnicos, é justificada pelos inquiridos pela aproximação em termos

curriculares dos conteúdos dos módulos a bordar nos CP, e os livros técnicos complementados com fotocópias usadas nas suas licenciaturas, pela inexistência de outras fontes de informação.

Outras questões levantadas no mesmo encontro, referiam-se à: (1) revisão dos conteúdos; e (2) partilha de materiais. A este respeito no estudo levado a cabo por Adalberto Dias de Carvalho em parceria com Nuno Fadigas, 42% dos professores inquiridos assumiram que não submetem os seus materiais didáticos à apreciação aos coordenadores. Assim concluem os investigadores que a imensidão de materiais que não são avaliados, partilhados ou certificados antes de serem submetidos aos alunos ainda é muito significativa. Na perspetiva dos investigadores, os professores recorrem à utilização de manuais como refugio perante a lacuna ao nível dos recursos didático-pedagógicos. Alerta Adalberto Dias de Carvalho que a não existência de possibilidade de adoção de manuais específicos como em qualquer outro tipo de ensino, obrigando ao recurso a fotocópia, o que coloca perante uma interrogação de ordem ética e legal - os direitos de autor.

No final do encontro uma ideia ficou clara: debater o estado atual do Ensino Profissional assume-se como primordial num panorama onde as políticas governativas dão supremacia cada vez mais a qualificação dos cidadãos.



## **CAPÍTULO V**

### **Marco teórico Enfoque Ontosemiótico do ensino e aprendizagem da Matemática**

---

Este capítulo compreende os fundamentos do marco teórico Enfoque Ontosemiótico do ensino e aprendizagem da Matemática, adotado no presente estudo, que pelo carácter integrativo revelou-se um modelo adequado para orientar o protocolo de referencialização, uma vez que apresenta ferramentas para a análise dos fenómenos e processos que ocorrem no processo ensino e aprendizagem da Matemática.

Considerando a incidência da questão de investigação nas situações-problema propostas no contexto da Gestão Curricular da Matemática a cursos profissionais de nível III, e o papel-chave que o marco teórico EOS atribui à resolução de situações-problemas e aos recursos expressivos, considerou-se no processo de avaliação que se irá operacionalizar a articulação coerente das diferentes sub-dimensões integradas na dimensão ecológica, por parecer ser a dimensão que melhor responderá à questão de investigação, dada a sua dimensão social intrínseca aos cursos profissionais.

## 5.1. Fundamentos teóricos

O foco da presente investigação centrou-se na MM, em particular no estudo das funções, por constituir o eixo estruturante do programa da Matemática no ensino profissional português.

Atendendo à questão de investigação no âmbito da GCM, adotou-se como marco teórico o Enfoque Ontosemiótico do ensino e aprendizagem da Matemática (EOS) proposto por Godino e colaboradores (por exemplo Godino & Batanero, 1998; Godino, Batanero & Roa 2005; Godino, Contreras & Font, 2006; Godino, Batanero & Font, 2007). Os postulados básicos deste marco teórico relacionam-se principalmente com a antropologia e semiótica, articulando também de forma coerente pressupostos socioculturais e psicológicos.

Este marco teórico pelo carácter integrativo revelou-se adequado para orientar o processo de referencialização, já que apresenta ferramentas teóricas que auxiliam a análise dos fenómenos e processos que ocorrem no processo ensino e aprendizagem da Matemática (Godino, 2011).

O processo de referencialização que se irá explicitar no capítulo da metodologia culminou na construção do referencial de avaliação que se fundamenta na revisão da literatura e em particular nos fundamentos assumidos pelo marco teórico EOS, que se passa a dissecar.

O EOS é um marco teórico que pode ser aplicado de maneira geral a outros campos do saber, em particular no que concerne aos saberes didáticos, e tem como principais características a: (1) articulação das facetas institucionais e pessoais do conhecimento matemático; (2) incorporação coerente de pressupostos pragmáticos e realistas sobre o significado dos objetos matemáticos; (3) atribuição de um papel-chave à resolução de situações-problemas e aos recursos expressivos (Godino, Batanero, & Font, 2007). Constitui o ponto central para o desenvolvimento de uma teoria da instrução matemática significativa, permitindo comparar e articular diversas aproximações teóricas usadas em Educação Matemática - campo de investigação que tem por finalidade o estudo dos fatores que condicionam os processos de ensino e aprendizagem em particular da Matemática e o desenvolvimento de programas de melhoria destes mesmos processos (Godino, Batanero & Font, 2007).

O referido modelo teórico considera essencial o recurso a ferramentas conceituais e metodológicas de áreas holísticas como a semiótica, a antropologia e a ecologia. Alude igualmente ao carácter epistémico da Matemática baseado em pressupostos antropológicos/socioculturais (Bloor, 1983) e interacionais (Cobb, Bauersfeld, & (Eds.), 1995), a cognição matemática de bases semióticas, a instrução de bases socio-construtivistas (Vygotsky, 1934) e o carácter sistémico-ecológico.

O referido marco incorpora, integra e organiza categorias de análise de outros modelos teóricos (por exemplo de Hill, H. C., Ball, D. L., & Schilling, S. G. (2008)), contemplando novas dimensões implicadas no processo de ensino e aprendizagem da Matemática e os respetivos níveis de conhecimento de cada delas.

Refira-se que o modelo EOS articula diferentes perspetivas sobre o conhecimento matemático, cujas categorias de análise podem-se utilizar como ferramentas de reflexão e avaliação ou pelos próprios professores para indagar a sua prática. Corroboram a perspetiva da reflexão crítica Jaworski e Gellert (2003), ao preferirem que a teoria e a prática não devem ser pólos diametralmente opostos mas sim elementos conectados da atividade cognitiva, isto é, a teoria psicológica, sociológico e educacional, embora não explicitamente apoia empiricamente a auto-reflexão.

O princípio da reflexão é similarmente corroborado por Ball (2000) e Alarcão (2001b), quando sugerem a aplicação da estratégia metodológica de indagação da própria prática para a investigação dos processos de ensino e aprendizagem e como meio de desenvolvimento profissional.

Nesta linha de pensamento acrescenta Schön (1983) que a reflexão da própria prática é um processo contínuo entre o pensamento e a acção, onde o indivíduo prático-reflexivo é a pessoa que reflete sobre os significados e concepções implícitas na acção, explicitando-as, criticando-as, reestruturando-as para futuras aplicações.

A este respeito, Escudero Munõz citado por Sá Chaves (2001), refere que:

A formação deve ser permanente onde o conhecimento teórico disponível deve ser considerado como convidado para melhor entender e transformar as práticas em uso, assim como, nessa mesma cerimónia, deve participar com direito próprio o conhecimento pessoal, prático, subjetivo e situado. Os valores de um e de outro entram em relação de modo que o carácter mais geral do primeiro vai

tornando-se prático em fase da medição operada pelos referentes que pessoalmente, balizam as interpretações. (p.93)

Postula Rogers (2001) a reflexão como o processo que permite integrar a compreensão a partir da própria prática a fim de capacitar o indivíduo para realizar melhores opções em particular invocando o presente estudo na GCM, assim como estimular a própria efetividade global do professor.

Retomando os fundamentos do marco teórico EOS, o seu foco central à semelhança do presente estudo, é a formulação de uma ontologia de objetos matemáticos que contempla o triplo aspecto da Matemática como atividade socialmente compartilhada na resolução de situações-problemas, tendo sido este fator determinante na adoção do referido modelo teórico para o presente estudo.

Estabelece-se assim a noção prática como noção primitiva, sendo que a noção prática em particular no campo da resolução de situações-problema reporta-se para toda atuação ou expressão (verbal, gráfica, etc.) levada a cabo na resolução de situações-problema matemáticos, na qual está inserida a comunicação a outros da solução obtida, a validação da solução e as conexões subjacentes a outros contextos e problemas. A partir desta noção chave procede-se à análise cognitiva tanto ao nível da dimensão institucional como pessoal manifestada por um sujeito ou no seio de uma instituição perante um conjunto de situações-problema (Godino & Batanero, 1994 p. 242). Além disso, permite considerar os objetos matemáticos emergentes dos sistemas de práticas como construção colética que se vai desenvolvendo e enriquecendo através de um trabalho reflexivo.

Acrescenta-se que as práticas matemáticas podem ser idiossincráticas de um professor ou o resultado de um trabalho colaborativo e cooperativo de um grupo de trabalho no seio de uma instituição escolar, envolvido numa mesma classe de situações-problema matemáticos (Godino & Batanero, 1994, p. 334). Segundo a perspectiva dos autores citados, a partilha da mesma problemática implica a atuação de práticas segundo determinadas normas sociais que aludem a características particulares pessoais e são, geralmente, condicionadas pelos recursos materiais, sociais ou outros disponíveis pela instituição escolar.



Sintetizando, os objetos matemáticos pessoais são emergentes de práticas pessoais, ancoradas a um grupo de situações-problema, e que vão “emergindo numa aprendizagem proveniente da própria prática” (Godino & Batanero, 1994, p.339). Reitera-se que o significado de um objeto pessoal consiste nas práticas pessoais, podendo converter-se numa possibilidade permanente de desenvolvimento profissional do professor.

Os objetos matemáticos também se podem considerar emergentes de sistemas de práticas socialmente compartilhadas numa instituição escolar, no âmbito da resolução de situações-problema, podendo no entanto ser distintas de instituição escolar para instituição escolar.

O EOS adota a seguinte tipologia de significados. Para os significados institucionais propõe a tipologia: (1) Implementado - com referência nas práticas implementadas por um professor num processo de estudo específico; (2) Avaliado - subsistema de práticas a que recorre o professor para avaliar as aprendizagens dos alunos; (3) Pretendido - sistema de práticas espelhadas na planificação do processo de estudo; (4) Referencial - sistema de práticas de referência para elaborar o significado pretendido. Para os significados pessoais, a tipologia: (1) Global - corresponde à totalidade do sistema de práticas pessoais relativas a um objeto matemático; (2) Declarado - práticas efetivamente expressas a propósito das provas de avaliação propostas; (3) Atingido - práticas manifestadas em conformidade com os objetivos definidas.

A figura que se segue (Figura 5.1) apresenta as relações dialéticas entre o ensino e a aprendizagem, que pressupõem o acoplamento evolutivo entre os significados pessoais e os significados institucionais.

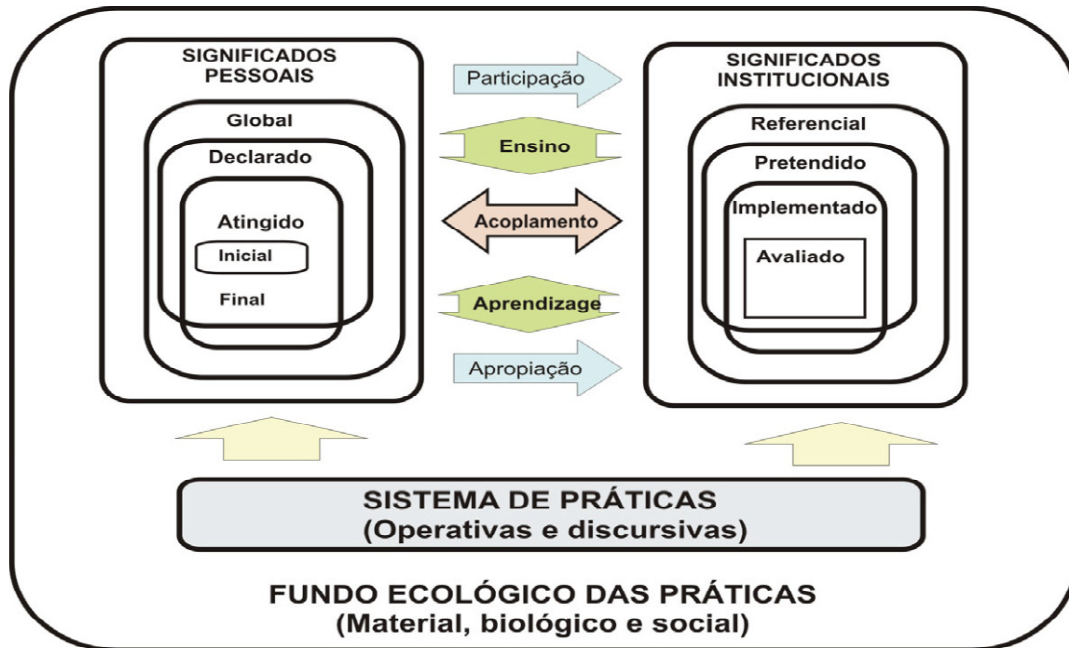


Figura 5.1 – Tipos de significados institucionais e pessoais

Fonte: Godino, J., Batanero, C. & Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1-2). (Adaptado)

O presente estudo enquadra-se no marco teórico EOS em termos da avaliação do sistema de práticas (operativas e discursivas) partilhadas no ambiente de sala de aula para a resolução de situações-problema matemáticos e cujas configurações se podem considerar emergentes das práticas (Godino, Font, & Wilhelmi, 2006).

Segundo Godino e Wilhelmi (2006), os objectos matemáticos, que intervêm na prática matemática ou os emergentes dela, podem ser considerados segundo as seguintes dimensões: (1) pessoal-institucional; (2) elementar-sistémico; (3) expressão-conteúdo; (4) ostensivo não ostensivo; e (5) extensivo-intensivo. Esta forma de interpretar o significado dos objetos matemáticos atendendo à dualidade institucional-pessoal conduz à sua compreensão como um processo social e não como processo mental, com forte influência dos contextos institucionais que determinam os objetos a ensinar, a sequência de ensino e as práticas consideradas adequadas.

No quadro que se apresenta (Quadro 5.1) explicita-se essa dualidade, apresentando-se exemplos concretos no estudo das funções, por ser o foco da presente investigação.

Quadro 5.1 – Objetos matemáticos que intervêm na prática matemática ou os emergentes dela

Dimensões (dualidade)	Características dos objetos matemáticos
Pessoal-institucional	<p>Se os sistemas de práticas são partilhados no âmbito de uma instituição, os objetos emergentes são considerados <i>objetos institucionais</i>. Se estes sistemas são específicos de uma pessoa são considerados como <i>objetos pessoais</i> (p.338).</p> <p>A cognição matemática deve integrar as facetas pessoal e institucional, através do estabelecimento de relações dialéticas complexas. A <i>cognição pessoal</i> resulta do pensamento e da ação do sujeito individual perante uma situações-problema, enquanto a <i>cognição institucional</i> resulta do trabalho colaborativo e cooperativo no seio de um grupo de trabalho - comunidade de práticas.</p>
Ostensivo não ostensivo	<p><i>Ostensivo</i> - qualquer objeto que é público, pode ser partilhado com o outro. Qualquer destes objetos pode ser utilizado nas práticas públicas através de seus ostensivos associados (notações, símbolos, gráficos).</p> <p>A distinção entre ostensivo e não ostensivo reporta-se ao jogo de linguagem em que ocorrem, sendo o objeto ostensivo também pensado, imaginado por um sujeito ou estar implícito no discurso matemático (por exemplo, o sinal de multiplicar na notação algébrica).</p>
Extensivo-intensivo	<p><i>Intensivo</i> - a função <math>y=4x+5</math></p> <p><i>Extensivo</i> - a família de funções a que pertence <math>y=mx+b</math></p> <p>A dualidade extensivo-intensivo é usada para explicar uma das características básicas da atividade matemática que se reporta ao uso de elementos genéricos (Contreras, Font, Luque, &amp; Ordoñez, 2005), permitindo centrar a atenção na dialética entre o particular e o geral.</p>
Elementar-sistémico	<p>Alguns objetos matemáticos são considerados elementares (adquiridos previamente) – por exemplo noção de função, enquanto outros intervêm como sistemas que devem ser decompostos para seu estudo (estudo algébrico de funções).</p>
Expressão-conteúdo	<p>Antecedente e conseqüente de qualquer relação semiótica. A distinção entre expressão e conteúdo permite ter em conta o carácter essencialmente relacional da atividade matemática. Os distintos objetos não devem ser gerados como entidades isoladas, mas estabelecidas relações por meio de relações semióticas, entre um <i>antecedente</i> (expressão, significante) e um <i>conseqüente</i> (conteúdo, significado) estabelecido por um sujeito (pessoa ou instituição).</p>

Fonte: Godino, J., Font, V., & Wilhelmi, M. (2006). Análisis ontosemiótico de una lección sobre la suma y la resta. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, Comité latinoamericano de Matemática Educativa*, 131-155. (Adaptado)

Godino, Font e Wilhelmi (2006) consideram que em toda a actividade matemática, os processos de construção e o uso dos objectos matemáticos caracterizam-se sobretudo por relações. Por conseguinte, os distintos objectos matemáticos não se devem conceber isoladamente, mas relacionados uns com os outros através de relações semióticas, entendidas como relação entre um antecedente (expressão) e um conseqüente (conteúdo) estabelecida por um sujeito ou instituição, promovendo-se as conexões intra-disciplinares.

Aludindo à perspectiva dos autores citados, as dimensões explicitadas no quadro 5.1, completam-se de forma dual e dialéctica, considerando-se aplicáveis aos distintos objectos matemáticos.

Na perspectiva de Godino, Batanero e Font (2007, p. 5), a “maneira de interpretar os processos matemáticos como sequências de práticas, em correspondência com os tipos de objetos matemáticos primários, proporciona critérios para categorizar os processos”. A construção dos objetos linguísticos, problemas, definições, proposições, procedimentos e argumentos têm lugar mediante os respetivos processos matemáticos primários, de comunicação, problematização, definição, enunciação, elaboração de procedimentos e argumentação (...). Em consequência tanto os sistemas de práticas como as configurações estão dependentes dos marcos institucionais.

Em síntese, apresenta-se esquematicamente na figura que se segue (Figura 5.2) as diferentes noções teóricas descritas anteriormente, donde os distintos objectos matemáticos se relacionam entre si formando configurações, que seguem um “jogo” de linguagem em que participam, e que contemplam cinco dimensões duais com fundo ecológico das práticas matemáticas:

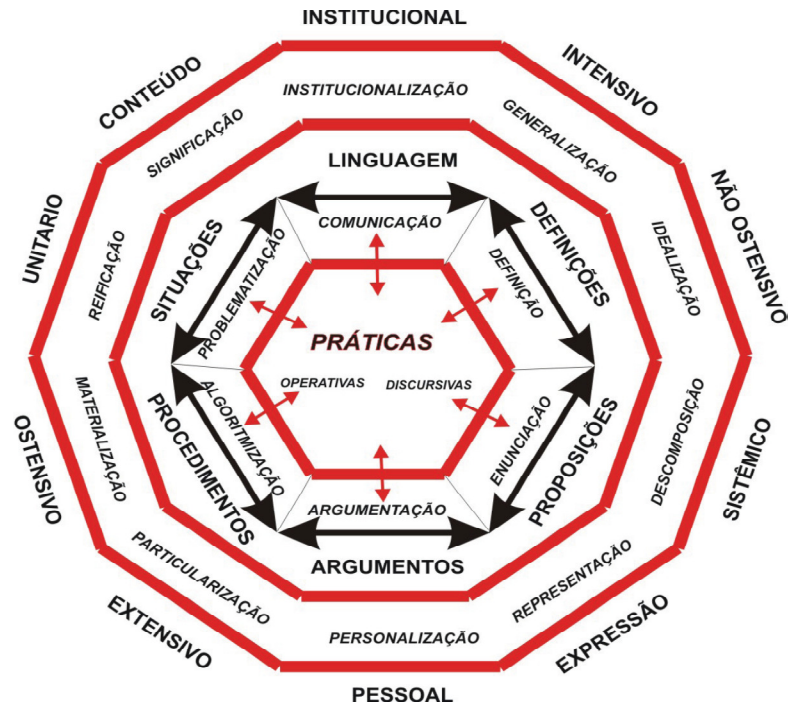


Figura 5.2 – Objetos primários, facetas duais e processos da atividade matemática

Fonte: Godino, Batanero e Font (2007). Análisis ontosemiótico de una lección sobre la suma y la resta. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, Comité latinoamericano de Matemática Educativa.

No âmbito da GCM, Ponte (2005), considera que o sucesso de um processo didático depende fundamentalmente de três fatores: (1) Natureza da situação-problema; (2) Análise da situação-problema com vista à sua implementação; e (3) Gestão em sala de aula e os vários significados didáticos que se vão desencadeando.

Apesar do relevo e influência de muitos outros fatores, a qualidade de ensino é um fator determinante no desenvolvimento da aprendizagem, que pressupõe grande atenção ao aprofundamento da qualidade dos profissionais, a quem cabe o papel de assegurar o ensino - os professores (Godino, Batanero & Font, 2007).

As ferramentas do marco teórico EOS revelam-se úteis para abordar os problemas de ensino e aprendizagem da Matemática e consequentemente permitir avaliar a adequação, pertinência e eficácia que orientam a presente investigação e que percorre como já se havia mencionado a GC instituída (normativa), GC intencional (planejada) e GC implementada (prática de sala de aula) do processo de ensino por forma a otimizar o processo ensino e aprendizagem da Matemática.

A vertente implícita na planificação (GC intencional) envolve uma orientação estratégica da ação para a coerência e articulação das ações planeadas com respeito à

diversidade dos alunos, tendo em conta as suas características, necessidades e contextos (Ponte, 2005; Godino, Batanero & Font, 2007). Em consequência, a operacionalização (GC implementada) pressupõe a eficácia e o rigor na moderação e organização das situações de ensino e a gestão eficaz e flexível dos processos de interação na comunicação em sala de aula. Por último, a regulação que subentende a análise e auto reflexão acerca das atividades e metodologias de ensino levadas a cabo e a sua reorientação no sentido da qualidade do ensino (Godino, Batanero & Font, 2007).

Neste quadro de gestão curricular, as competências do professor integram uma GC consubstanciada em orientações curriculares (GC instituída/normativa), através de um trabalho organizacional e colaborativo em atuação ao serviço da comunidade educativa. Este facto exige uma permanente reconstrução do conhecimento profissional, motivado pelo reconhecimento da autonomia do professor e que se entende ser o conjunto articulado de elementos necessários ao desempenho da ação educativa (Alarcão, 2001).

De acordo com a perspetiva de Godino, Contreras e Font (2006), o ensino e aprendizagem da Matemática caracteriza-se por um processo estocástico multidimensional com as suas correspondentes trajetórias e estados potenciais, constituído por seis subprocessos: (1) Epistémico – significados institucionais; (2) Cognitivo - significados pessoais (3) Interacional - interações entre professor e alunos; (4) Mediacional - recursos materiais e temporais; (5) Emocional - sentimentos e afetos; e (6) Ecológica – relações com o contexto, social, político, económico, entre outros).

Na perspetiva de Godino, Contreras e Font (2006), a regulação mediante processos estocásticos e suas trajetórias permite identificar conflitos epistémicos, cognitivos e instrucionais, provenientes de desajustes entre a planificação do processo instrucional e a sua implementação. A identificação destes conflitos orienta a elaboração de critérios para o desenho e a implementação de processos de ensino e aprendizagem da Matemática.

## **5.2. Da dimensão normativa ao enquadramento do estudo no EOS**

Outro aspeto, que tem suscitado interesse por diversos autores (ver por exemplo Brousseaus citado por Godino, Batanero & Font 2007), diz respeito à regulamentação da educação como atividade social através de normas e convenções implícitas nas

diretrizes curriculares proferidas nos decretos-lei e portarias. Todos estes elementos reguladores formam a “dimensão normativa dos processos de ensino aprendizagem”, onde a sala de aula é concebida como uma microsociedade, atendendo às múltiplas interações entre professor e alunos.

Estas particularidades constituem o complexo sistema de normas sociais sobre as quais se apoia e simultaneamente se restringe a educação em geral e em particular os processos de ensino e aprendizagem da Matemática, já que sem ratificar regras não, é possível modificar os processos governados por essas regras.

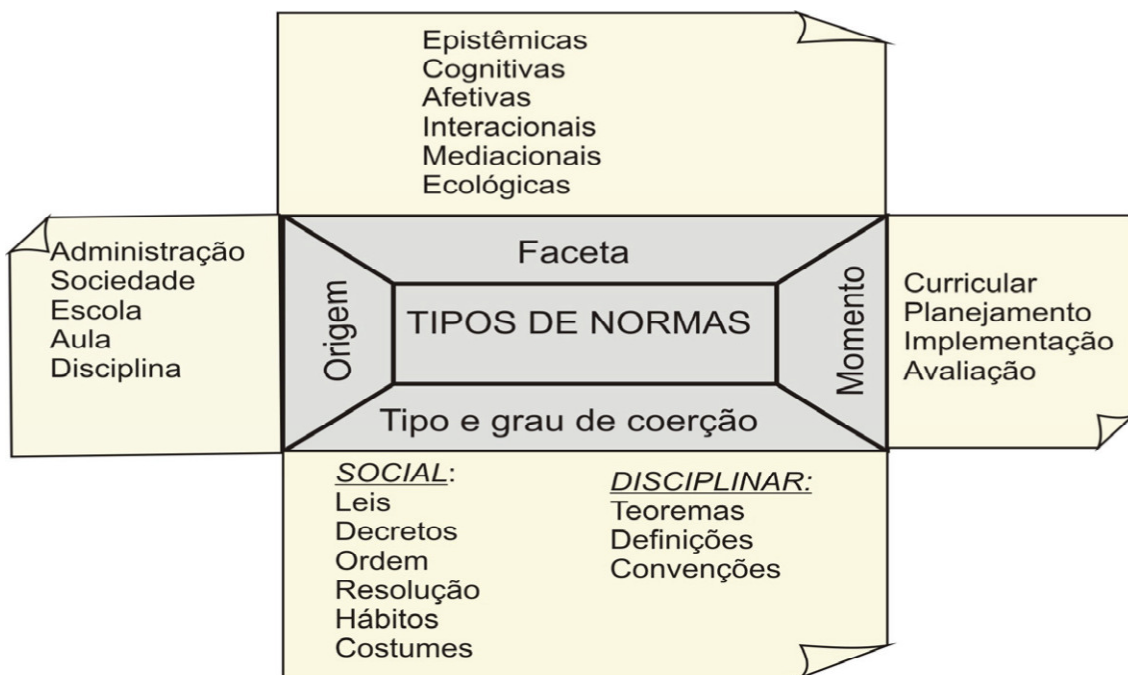
Em consequência, para a análise de qualquer processo de ensino da Matemática é necessário numa primeira fase identificar e dissecar as normas que regulam e servem de guia de orientação desse desenvolvimento, pois só assim será possível compreender os fundamentos subjacentes a determinada prática observada, para em consequência permitir a análise crítica e avaliativa das opções metodológicas adotadas.

Outros fatores condicionantes num processo de ensino são a sociedade, o contexto familiar, a administração e as normas ecológicas que têm subjacente formar ou educar os alunos como membros ativos na sociedade, responsáveis e competentes para a resolução eficaz de situações-problema no futuro desempenho profissional.

Este contrato educativo materializa-se na obrigação pelos professores de ensinar, e nos alunos em aprender, concorrendo para este sucesso educativo a disponibilidade pela escola dos meios necessários e, por parte das famílias, o acompanhamento desse processo educativo (Godino, J., Font, V., Wilhelmi, M. & De Castro, C., 2009).

O estudo sistemático e global das referidas normas perante uma perspectiva unificada do conhecimento e da instrução matemática constituiu o foco de atenção nos trabalhos de Godino, Batanero e Font (2007). Neste âmbito são propostas as seguintes categorizações, tendo em conta as seis facetas consideradas anteriormente: (1) normas epistémicas - determinam as configurações epistémicas e as atividades que permitem; (2) normas cognitivas - permitem que os alunos aprendam; (3) normas interativas - regulam os modos de interação entre professor aluno; (4) normas mediacionais - sistema de regras relativas ao uso dos meios técnicos e temporais; (5) normas afetivas – que determinam a motivação através de situações-problema matemáticas ricas e do interesse dos alunos; (6) normas ecológicas – que determinam a adequação da escola ao contexto social.

Em jeito de síntese, os autores supra citados abordam no seu estudo as conexões mútuas e complementaridades e o reconhecimento de normas que consentem a análise dos processos de ensino e aprendizagem da Matemática, cujo resultado se apresenta na figura que se segue (Figura 5.3):



**Figura 5.3 – Dimensão Normativa. Tipos de normas**

Fonte: Godino, Batanero e Font, (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. The International Journal on Mathematics Education, 39 (1-2).

Estas ferramentas teóricas apoiam a análise didática de um processo de estudo matemático implementado numa aula, na planificação ou no desenvolvimento de uma unidade didática, ou de maneira mais ampla no desenvolvimento de um curso ou uma proposta curricular.

Assim, nos trabalhos do Godino e colaboradores são propostos cinco níveis para a análise didática de um processo de ensino, a saber (Godino, Font, Wilhelmi & De Castro, 2009, p.63): (1) Análise das situações-problema e sistemas de práticas; (2) Elaboração de configurações de objetos e processos matemáticos; (3) Análise das trajetórias e interações didáticas; (4) Identificação de normas e metanormas; e (5) Análise da adequação didática de um processo de estudo.



Explicitando, o primeiro nível de análise permite aferir as práticas matemáticas levadas a cabo num processo de ensino e aprendizagem, onde o professor realiza uma sequência de ações orientadas para a resolução de um tipo de situações-problema. O segundo nível de análise focaliza o estudo nos objetivos e processos que intervêm na realização das práticas matemáticas, e os emergentes delas, para em seguida se perceber a natureza e origem dos conflitos semióticos. No terceiro nível, o foco de estudo recai na análise das configurações didáticas e suas conexões nas trajetórias didáticas. Isto é, qualquer processo de estudo modeliza-se como um processo estocástico com os seus respetivos espaços temporais e trajetórias que segundo Godino, Conteras e Font (2006) são as seguintes: (1) Epistémica - distribuição do tempo de ensino dos componentes do significado institucional implementado (situação-problema, linguagem, procedimentos, definições, entre outros); (2) Cognitiva - desenvolvimento dos significados pessoais; (3) Mediacional - distribuição dos recursos tecnológicos utilizados e o tempo disponibilizados às distintas ações e processos; (4) Interacional - sequência das interações entre o professor e os alunos na negociação e consolidação dos significados; (5) Afetiva - estados afetivos, atitudes, emoções, afetos e motivações de cada aluno perante os objetos matemáticos e o processo de estudo implementado; e (6) Ecológica - sistema de relações com o contexto social, político, económico, entre outras que suportam e condicionam um processo de estudo. O quarto nível permite a identificação do sistema de normas e meta normas que regulam os fenómenos de índole social que ocorrem no processo de ensino e aprendizagem, para a partir daí avaliar a pertinência das intervenções do professor e dos alunos com fim à otimização da aprendizagem. Por último, o quinto nível permite a análise da adequação didática de um processo de ensino e aprendizagem, que dado o seu carácter sistémico supõe a articulação das seguintes adequações parciais: epistémica, cognitiva, mediacional, emocional, interacional e ecológica que se sintetizam na figura que se apresenta (Figura 5.4).

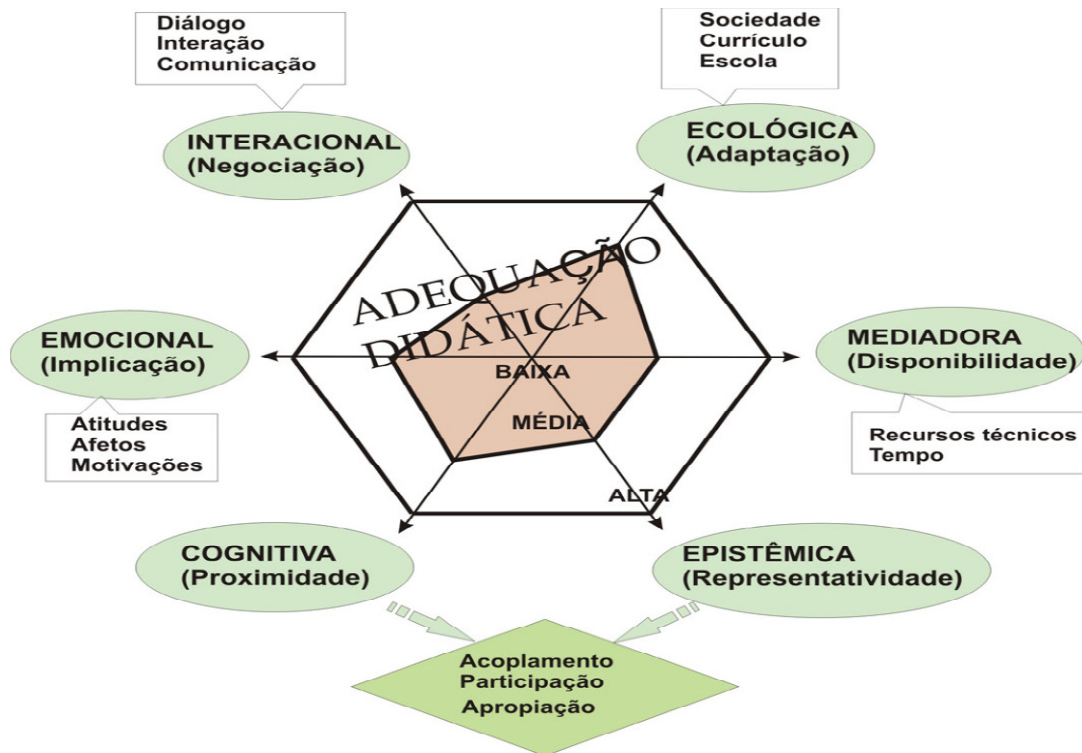


Figura 5.4 – Dimensões da adequação didática de um processo de ensino e aprendizagem.

Fonte: Godino, J., Batanero, C. & Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1-2).

O modelo poliédrico anterior espelha as dimensões que compõem a adequação didática. Mediante o hexágono regular representa-se a adequação correspondente a um processo de ensino e aprendizagem intencional, no qual se pressupõe um alto grau das adequações parciais. Por conseguinte o hexágono irregular inscrito corresponde às adequações efetivamente alcançadas na implementação de um processo de ensino e aprendizagem (Godino, Batanero & Font, 2007).

No seguimento explicitam-se as dimensões da adequação didática de um processo de ensino e aprendizagem (Quadro 5.2).

Quadro 5.2 – Explicitação das dimensões da adequação didática de um processo de ensino e aprendizagem.

Dimensões	Explicitação
<b>Epistémica</b>	Conhecimentos matemáticos relativos ao contexto institucional e distribuição de tempo nos diversos componentes do conteúdo (temas, línguas, procedimentos, argumentos, propriedades, argumentos, outros)
<b>Cognitiva</b>	Conhecimento dos alunos e sua progressão na aprendizagem
<b>Emocional</b>	Estados emocionais (atitudes, emoções, crenças, valores) de cada em relação aos objetos matemáticos e ao processo de ensino aprendizagem.
<b>Mediacional</b>	Recursos tecnológicos e afetação do tempo a diferentes ações e processos.
<b>Interacional</b>	Padrões de interação entre professor e alunos e sequência das configurações orientadas e negociação de significados.
<b>Ecológica</b>	Sistema de relações sociais, políticas, económicas, ou outros, que suportam ou restringem o processo ensino aprendizagem.

O EOS apresenta características metodológicas próprias que se sintetizam nos cinco níveis de análise didática de um processo de ensino aprendizagem já referidos anteriormente e que marcam a nossa linha de investigação.

Conscientes da complexidade dos fatores intervenientes num processo de análise didática, focalizámos a presente investigação, no nível cinco de análise didática – *Adequação Didática*. Acrescenta-se que a centralidade do presente estudo à *dimensão ecológica* justifica-se por ser a dimensão que nos pareceu mais promissora na resposta ao nível da adequação das diretrizes curriculares expressas nos normativos orientadores do ensino da Matemática nos CPIII, assim como a adequação da GCM intencional e implementada promovida por cada professor participante no estudo, para o desenvolvimento das competências inerentes ao perfil profissional do aluno à saída do curso. Os eixos balizadores acima apresentados no que se refere à dimensão ecológica convergem, especialmente, para o desenvolvimento de competências num sujeito, com ênfase na ancoragem entre a escola e a sociedade.

A ancoragem da dimensão ecológica ao presente estudo justifica a explicitação das suas sub-dimensões no quadro que se apresenta (Quadro 5.3), uma vez que

apresentam um sistema de ferramentas teóricas que servirão de guia no protocolo de referencialização da presente avaliação da GCM:

Quadro 5.3 – Sub-dimensões da dimensão ecológica

Sub-dimensões da dimensão Ecológica	
<b>Situação-problema</b>	Elementos que são concretizados mediante a realização da situação-problema matemático proposta (fins, objetivos, competências, outros).
<b>Conexões intra-disciplinares</b>	Conexões que se estabelecem com outros temas do programa de Matemática, mediante a execução da situação-problema ou variante da mesma.
<b>Conexões interdisciplinares</b>	Conexões que se estabelecem com outras disciplinas do plano de estudo mediante a execução da situação-problema matemático ou variante da mesma.
<b>Fatores condicionantes</b>	Fatores de índole social, material, ou outros que condicionam e suportam a realização da situação-problema e o desenvolvimento do projeto educativo pretendido ou implemento.

Fonte: Godino, J., Batanero, C. & Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1-2). Adaptado.

De acordo com D'Amore, Font e Godino (2007) a avaliação centrada na dimensão ecológica deve concretizar-se do seguinte modo: (1) Análise da natureza das situações-problema e sistemas de práticas (significados sistémicos); (2) Elaboração das configurações de objetos e processos matemáticos; (3) Análise das trajetórias e interações didáticas; (4) Identificação do sistema de normas e meta normas que suportam e condicionam o processo de ensino e aprendizagem (dimensão normativa).

A análise da GCM realizada num processo de ensino e aprendizagem particular, mobiliza diferentes elementos, nomeadamente um professor (instituição ou pessoa) que realiza a GC e um contexto onde o professor concretiza uma sequência de ações orientadas para a resolução de um tipo de situações-problema, tendo em conta os fins, intenções, valores, objetos e processos matemáticos.

Segundo os autos citados, pressupondo-se que o processo de ensino e aprendizagem é concretizado por um único professor em interação com os alunos, a análise da adequação didática centrada na dimensão ecológica deve percorrer a análise

da natureza das situações-problema e as práticas matemáticas necessárias para a sua resolução (análise 1), as configurações epistêmicas e cognitivas e processos matemáticos que permitem essas práticas (análise 2) e o estudo das configurações didáticas com a articulação das trajetórias didáticas e interações correspondentes (análise 3). Outra análise considerada no EOS é a rede de normas e metanormas que suportam e condicionam o processo de ensino e aprendizagem (análise 4).

As análises explicitadas anteriormente constituem ferramentas para uma abordagem didática de natureza descritiva e avaliativa. Contudo os autores citados ressaltam que a didática da Matemática não deve limitar-se a uma mera descrição mas sim constituir um veículo para a melhoria e eficácia do processo de ensino e aprendizagem.

Por conseguinte trata-se de estabelecer critérios de adequação e respectivos indicadores que permitam avaliar os processos de ensino e aprendizagem instituídos, intencionais e implementados, através de um procedimento avaliativo.

No contexto do presente estudo, a definição de critérios e respectivos indicadores de adequação dos processos de ensino da Matemática atribuem o necessário significado de referência que servem de comparação no contexto da MM no estudo particular das funções, constituindo este procedimento o protocolo de referencialização que será explicitado posteriormente (Capítulo VI).



---

---

## **PARTE IV – Estudo Empírico**





## **CAPÍTULO VI**

### **Metodologia da Investigação**

---

No presente capítulo relembra-se o problema em estudo, os objetivos e a questão de investigação. Enunciam-se as opções metodológicas adotadas e a sua fundamentação para a concretização das finalidades e dos objetivos elencados na procura de respostas à questão de investigação.

Haverá lugar à descrição das opções metodológicas no que diz respeito à natureza do estudo empírico, seleção e caracterização dos participantes, técnicas e instrumentos de recolha e técnicas de análise e tratamento de dados empíricos.

Será explanado o protocolo de referencialização nas suas diversas etapas, que culminou na construção do referencial de avaliação que, na sua bivalência, serviu de instrumento de avaliação e/ou de modelo de referência no desenho das sete situações-problema de natureza de MM. O referencial de avaliação que constituiu a concretização do objetivo 2, definido para o presente estudo, será apresentado e fundamentado neste capítulo, cuja origem dos referentes emergiram da revisão da literatura da especialidade, em particular dos fundamentos do marco teórico EOS.

### 6.1. Do problema à questão de investigação e objetivos

Relembre-se, que o objetivo principal do presente estudo foi avaliar a GCM nos CPIII, para se perceber em que medida a GCM (instituída, intencional e implementada) contribui para o desenvolvimento de competências inerentes ao perfil profissional determinantes para o desempenho profissional. Deste modo, procurou-se perceber em que medida as interações expressas pelos referentes têm a sua representação nas orientações curriculares expressas no Programa da disciplina de Matemática para os CPIII, e na GCM dos professores participantes no estudo.

A pertinência do presente estudo, justifica-se na GCM pouco utilitária, assíncrona com as aplicações industriais (NCTM, 2001) e na convicção relativamente ao papel de relevo que a GCM detém, em particular respeitante ao desenvolvimento de competências inerentes ao perfil profissional do curso.

No contexto da gestão flexível do currículo de Matemática para os CPIII em escolas secundárias portuguesas, desenvolveu-se o presente estudo centrado na seguinte questão de investigação: *Em que medida a GCM, instituída, intencional e implementada nos CPIII contempla situações-problema, suscetíveis de promover o desenvolvimento de competências no aluno, relevantes para o seu desempenho profissional?*

Atendendo ao exposto procurou-se concretizar os seguintes objetivos:

**Objetivo 1** - Aprofundar a compreensão dos fundamentos subjacentes aos CPIII, numa lógica de articulação entre a GC a estes cursos e o futuro contexto profissional;

**Objetivo 2** - Construir um instrumento de avaliação (referencial de avaliação), recorrendo a fundamentos da literatura em particular do marco teórico Enfoque Ontosemiótico do ensino e aprendizagem da Matemática (EOS), perspetivando a qualidade da GCM nos CPIII;

**Objetivo 3** – Avaliar a GCM nos CPIII (gestão instituída, intencional e implementada), ou seja, identificar características nas orientações curriculares expressas no programa da disciplina de Matemática, que constituem o contributo para a desejável promoção de competências nos alunos que frequentam os CPIII, e a sua tradução na GCM pelos professores participantes;

**Objetivo 4** - Desenhar situações-problema de natureza de Modelação Matemática no estudo de funções diversas, cuja essência cumpre os critérios contemplados no referencial de avaliação de suporte ao presente estudo, evidenciando a *interface* entre a Matemática e a Indústria.

## 6.2. Natureza do estudo e opções metodológicas

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), para a concretização de um estudo é necessário que o processo empírico tenha subjacente princípios metodológicos que o orientem, de tal modo que possibilitem ao investigador a seleção dos métodos e técnicas considerados mais adequados para a realização do estudo.

O presente estudo insere-se no contexto educacional, com o intuito de ser um contributo para a qualidade da GCM nos CPIII e teve como principal objetivo avaliar a GCM nos CPIII em escolas secundárias portuguesas, quer do ponto de vista da gestão curricular instituída, quer da gestão curricular intencional e implementada.

O pendor qualitativo da presente investigação assumiu um rumo alicerçado na filosofia fenomenológico/naturalista, já que se admitiu a existência de diversas realidades construídas individual ou coletivamente, onde se procurou o significado dos fenómenos em contexto natural (Bogdan & Biklen, 1994; Coutinho & Chaves, 2002), sem que tivéssemos manipulado os acontecimentos, isto é, os fenómenos ocorreram de forma gradual, sem qualquer interferência do investigador, tal como perspectiva Yin (2010). Esta metodologia enfatizou na presente investigação a descrição e a teoria fundamentada com forte cunho descritivo e interpretativo (Bogdan & Biklen, 1994). A perspectiva descritiva e interpretativa resultou da valorização do papel do investigador, como construtor do conhecimento e na interpretação dos significados atribuídos à GCM no contexto do ensino a CPIII, ou seja, incorreu-se na pretensão de descrever os factos tal como aconteceram e proporcionar conhecimentos acerca do fenómeno estudado (Guba & Lincoln, 1981).

Bogdan e Biklen (1994) apresentam as principais características de uma investigação assente no paradigma qualitativo, ressaltando, no entanto, a ausência de sincronia na presença e domínio destas em qualquer investigação, ou seja, nem todas são importantes e estão presentes em simultâneo, a saber: (1) os dados são extraídos diretamente da situação natural pelo investigador, considerado o elemento chave a recolha

de dados; (2) a preocupação inicial é descrever e só depois analisar ou avaliar os dados; (3) o processo é uma questão fundamental relativamente aos resultados ou produtos que se possam vir a obter; (4) a análise dos dados de forma indutiva, em detrimento da confirmação ou infirmação de hipóteses; (5) o significado que os atores conferem às ações ou aos fenómenos em estudo é de importância vital neste tipo de abordagem.

As características supra mencionadas encontram-se implícitas no presente estudo, com realce na importância dos professores participantes, na validação dos significados atribuídos pelo investigador (validação dos intervenientes). Assim, os significados atribuídos pelo investigador estão presentes na avaliação da GCM, como o olhar global da realidade, onde cada professor participante foi parte de um todo, sob a influência das especificidades do contexto, da sua formação inicial e contínua e da sua experiência na GCM a CPIII.

Retomando, o discurso acerca do paradigma qualitativo, Almeida e Freire (2000) e Yin (2010), postulam que uma metodologia desta natureza pauta-se pelo estudo da realidade sem a fragmentar e sem a descontextualizar, surgindo, em particular, o método de investigação *Estudo de Caso* como uma ancoragem da investigação ao saber “como” e “porquê”.

No presente estudo centrou-se a atenção no “como”, ou seja, pretendeu-se avaliar como é concretizada a GCM nos CPIII ao nível dos normativos, planificação e implementação em sala de aula. Acresce, que a interpretação e discussão dos dados empíricos inerentes ao presente estudo, fez-se explicitando o que parecem ser as causas (porquê) das práticas observadas. A título de exemplo, a inexistência de conexões interdisciplinares com a componente de formação técnica do curso, pareceu dever-se ao desconhecimento que os professores detêm das especificidades do curso (perfil profissional) e da ausência de trabalho colaborativo entre o professor de matemática e os professores da componente de formação técnica.

Tendo em consideração a premissa de que não existe uma definição unanimemente aceite pela comunidade científica para *Estudo de Caso*, apresenta-se algumas das que evidenciam as principais características deste método.

Por exemplo, Pozzebon e Freitas (1998) definem *Estudo de Caso* como “aquele que examina um fenómeno em seu ambiente natural, pela aplicação de diversos métodos de coleta de dados, visando obter informações de uma ou mais entidades” (p. 145).

Coutinho e Chaves (2002) apresentam as principais características que circunscrevem o método de investigação *Estudo de Caso*: (1) é “um sistema limitado”, tem limites “em termos de tempo, eventos ou processos” que “nem sempre são claros e precisos”; (2) é um caso sobre “algo”, que necessita de ser identificado para conferir foco e direção à investigação; (3) a preservação do carácter “único, específico, diferente, complexo do caso”; (4) a investigação decorre em ambiente natural; e (5) o investigador recorre a fontes múltiplas de dados e a métodos de recolha diversificados: observações diretas e indiretas, entrevistas, questionários, narrativas, registos de áudio e vídeo, diários, cartas, documentos, entre outros.

Desta e de outras definições para *Estudo de Caso* depreende-se que é um método de investigação que examina um fenómeno social no seu ambiente natural, recorrendo-se à recolha e análise de dados empíricos a partir de locais sociais específicos, cujo objetivo é o conhecimento científico sobre determinado fenómeno (Yin, 2010).

Apoiando-nos no postulado pelos vários autores consultados, a presente investigação enquadra-se num *Estudo de Caso* por incidir num caso específico - a GCM nos CPIII, circunscrita a um único contexto – os CPIII no ensino secundário português. Teve condicionalismos ao nível do tempo, na medida em que a recolha dos dados empíricos inerentes à GCM intencional e implementada esteve condicionada a um único ano letivo e ao momento em que cada professor participante lecionou os módulos relativos às funções. Decorreu em ambiente natural (sala de aula) e para a análise do caso, selecionaram-se sete unidades integradas de análise: a GCM de cada um dos seis professores participantes e a GCM instituída pelos normativos oficiais.

Em suma, o enquadramento metodológico da presente investigação tal como recomenda Yin (2010), assentou, pois, no método *Estudo de Caso*, já que se esteve perante o propósito de realizar um estudo de avaliação.

A respeito da recolha dos dados empíricos, Yin (2010) postula que num *Estudo de Caso*:

(...) a riqueza do fenómeno e a extensão do contexto real exigem que os investigadores enfrentem uma situação tecnicamente distinta (...) uma tática essencial é usar múltiplas fontes de evidência, para que os dados convirjam de modo triangular. (p.22)

Socorrendo-nos no supra postulado, usaram-se na presente investigação fontes de evidência diversas como o inquérito por questionário, análise documental e observação direta não participada. Teve-se também em atenção que o método *Estudo de Caso* permite que o “investigador retenha as características holísticas e significativas dos eventos da vida real” (Yin, 2010, p.24). Assim, depois de uma análise particular da GCM de cada professor participante, procedemos a uma análise holística, global, que espelhasse uma compreensão abrangente do Caso em estudo.

Por tudo o que ficou exposto, o método de investigação *Estudo de Caso*, adotado na presente investigação mostrou-se potencialmente valioso de entre os diversos métodos qualitativos de investigação, para avaliar a GCM em CPIII. Além disso, permitiu uma aquisição crescente de confiança com os professores participantes no estudo, resultado do tempo passado em cada instituição escolar, facto que permitiu uma maior e mais detalhada recolha de dados empíricos, que não seriam detetáveis num contacto de carácter breve (Hartley, 2004).

### **6.3. Fases do estudo, técnicas na recolha de dados empíricos e técnicas na análise e tratamento de dados empíricos**

Neste item, concretiza-se o entendimento de Pozzebon e Freitas (1998) que postulam que na aplicação do método *Estudo de Caso*, o investigador deve apresentar de forma inequívoca os objetivos da investigação, a justificação acerca da escolha do local onde se vai realizar o estudo, a descrição detalhada das técnicas para a recolha e análise dos dados empíricos e as fontes utilizadas.

Num primeiro momento, procurou-se aprofundar a compreensão dos fundamentos subjacentes aos CPIII, numa lógica de articulação entre a GC a estes cursos e o futuro contexto profissional. Em seguida, procedeu-se à identificação do problema no contexto da GCM nos CPIII com a posterior definição da questão de investigação, dos objetivos e da metodologia adotada.

Tal como recomenda Figari (1996) toda a avaliação no contexto educativo deve ser sustentada num referencial, de tal modo que o sistema de referências possibilite a atribuição de sentido aos resultados da avaliação.

Assim, atendendo ao objetivo de avaliar a GCM nos CPIII, quer do ponto de vista da gestão curricular instituída, quer da gestão curricular intencional e implementada, um dos enfoques recaiu no protocolo de referencialização, cujo percurso de análise documental da bibliografia da especialidade, contribuiu para a construção do referencial de avaliação, com a apropriação de um quadro teórico de referência subjacente ao presente estudo. O protocolo de referencialização consistiu na revisão da literatura, que resultou na ancoragem entre o referencial de avaliação construído e os preceitos teóricos expressos na literatura da especialidade, em particular os fundamentos do marco teórico EOS. A construção do referencial estruturou-se em torno de referentes teóricos prévios, que consubstanciam os critérios, que estabelecem o padrão do juízo de valor, contribuindo assim, para o emergir de maior rigor e consequentemente a avaliação atingir uma maior objetividade (Alves, 2004; Figari, 1996; Hadgi, 1994; Pacheco, 2002).

A descrição e fundamentação de todo o protocolo de referencialização para a construção do referencial de avaliação, encontra-se pormenorizado na secção (item 6.5).

A construção do referencial de avaliação, recorrendo a fundamentos da literatura e mais particularmente do marco teórico EOS, perspetivando a qualidade da GCM nos CPIII, constituiu a concretização do objetivo 2 elencado para o presente estudo. Esta concretização visou imprimir validade externa ao presente estudo, dado tratar-se de um *Estudo de Caso* único (Yin, 2010).

Procedeu-se à validação do referencial de avaliação, que num primeiro instante teve como suporte o desenho de uma situação-problema de natureza de MM utilizando os seus critérios como guia de orientação. Assim, numa dinâmica recíproca, o desenho da situação-problema serviu para detetar possíveis incongruências no referencial de avaliação que eventualmente tivessem sobrevivido. Este procedimento apresenta-se mais detalhadamente na secção 6.5.2. do presente capítulo.

O desenho da referida situação-problema de natureza de MM, e de mais seis situações-problema dessa natureza (apêndices XIV a XVIX), constitui a concretização do objetivo 4 estabelecido para o presente estudo.

Após a operacionalização do referencial de avaliação a uma das situações-problema que desenhámos e de se ter procedido às retificações que daí advieram, o referencial de avaliação foi sujeito à validação externa. Refira-se que o percurso de validação externa do referencial de avaliação foi acompanhado pelo olhar crítico de especialistas nacionais e

internacionais, imprimindo a deteção de aspetos que suscitasse ambiguidades e, conseqüentemente, a necessidade de reestruturações pontuais. Este percurso apresenta-se detalhado na secção 6.5.3. do presente capítulo.

Procurámos imprimir ao presente *Estudo de Caso* o rigor na essência e relevância dos dados empíricos que recolhemos dado que eles suportam os resultados do presente estudo (Pozzebon & Freitas, 1998). Assim, a recolha de dados empíricos foi suportada em diferentes fontes de evidência, das quais salientam-se os planos de aulas, documentação, inquérito, e a observação direta não participada, nos diversos momentos que se passam a descrever.

A operacionalização da avaliação focalizou-se na avaliação da GCM instituída, centrada no Programa da Componente de Formação Científica da disciplina de Matemática para os CPIII. Esta operacionalização, cuja análise dos dados empíricos foi a análise de conteúdo, teve essencialmente como propósito avaliar em que medida as orientações curriculares emanadas no programa estão em conformidade com os referenciais teóricos.

O segundo momento da operacionalização da avaliação incidiu na GCM intencional, cuja técnica de análise dos dados empíricos foi a análise de conteúdo dos planos de aulas, seguida da avaliação da GCM implementada através da observação direta não participada de aulas, tendo, *a priori*, sido realizada a seleção e caracterização dos participantes no estudo, cujos procedimentos correlatos se descrevem, em pormenor, na parte correspondente (secção 6.4).

A análise de conteúdo é uma técnica de análise sistemática de um corpo de texto por forma a se quantificar a ocorrência de palavras/frases/temas “chave”, permitindo uma comparação posterior (Coutinho, 2011). Relembre-se que a análise dos dados empíricos recolhidos neste estudo seguiu uma abordagem predominantemente de conteúdo, face à correspondente orientação de um *Estudo de Caso* de cariz interpretativo (Yin, 2010).

A operacionalização da avaliação da GCM instituída, intencional e implementada nos CPIII, foi a concretização do objetivo 3 definido para o presente estudo, cuja análise dos dados empíricos, teve como traços essenciais o confronto sistemático dos dados empíricos recolhidos com as sub-dimensões presentes no referencial de avaliação.

Atendendo a questões de ordem temporal, pretendeu-se operacionalizar a investigação no 10.º e 11.º ano de escolaridade para abranger um maior número de módulos que contemplassem o estudo de funções. Propôs-se, então, a cada professor



participante a planificação e observação de, pelo menos, dois blocos (quatro aulas - 180 minutos), para que a avaliação da GCM intencional e implementada fosse o mais consistente possível.

O cronograma expresso no quadro 6.1. contempla a calendarização das observações dos blocos de aulas dos seis professores participantes e a descrição dos diversos módulos integrados no estudo das funções (10.º e 11.º anos), por constituir, como já se havia referido, uma temática “muito importante e unificadora da Matemática”, sendo uma representação de muitas situações-problema reais e profissionais (Ministério da Educação, 2004, p.18), o que responde à intencionalidade inerente à presente questão de investigação.

**Quadro 6.1 - Cronograma das aulas observadas no ano letivo 2010/2011**

<b>Professor</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
<b>Aulas observadas e duração</b>	5 abril (90 minutos) 26 abril (90 minutos)	10 fevereiro (90 minutos) 21 março (90 minutos)	16 fevereiro (90 minutos) 2 março (90 minutos)	22 fevereiro (90 minutos) 15 março (90 minutos)	21 fevereiro (90 minutos) 24 fevereiro (90 minutos)	17 fevereiro (90 minutos) 10 março (90 minutos)
<b>Ano de escolaridade</b>	<b>11.º ano</b>	<b>10.º ano</b>	<b>10.º ano</b>	<b>10.º ano</b>	<b>10.º ano</b>	<b>11.º ano</b>
<b>Módulo/ Conteúdos abordados na aula</b>	<b>A4- Funções Periódicas</b> Funções polinomiais; Funções trigonométricas.  <b>A6 – Taxa de Variação</b> Variação de uma função num intervalo; Derivada num ponto.	<b>A2-Funções polinomiais</b> Função afim; Função quadrática.  <b>A2-Funções polinomiais</b> Aplicações função quadrática	<b>A2-Funções polinomiais</b> Função quadrática (introdução).  <b>A2-Funções polinomiais</b> Função quadrática.	<b>A2-Funções polinomiais</b> Função quadrática.  <b>A2-Funções polinomiais</b> Aplicações função quadrática.	<b>A2-Funções polinomiais</b> Função quadrática.  <b>A2-Funções polinomiais</b> Função cúbica; Equações e inequações do 2.º grau.	<b>A5-Funções racionais</b> Funções racionais; Resolução de equações e inequações com frações.  <b>A5-Funções racionais</b> Funções racionais na resolução de problemas.

A avaliação da GCM intencional dos seis professores participantes foi suportada nos planos de aula cedidos previamente a cada observação. Teve como propósito, através da análise de conteúdo, avaliar se as intenções expressas nos planos estavam em conformidade com os critérios definidos no referencial de avaliação, intrínsecos à dimensão ecológica. A análise de conteúdo como técnica de tratamento dos dados empíricos foi a forma de se aceder às intenções de cada professor participante no estudo, na qual a inferência desempenhou um papel fundamental, que permitiu a interpretação dos dados empíricos recolhidos.

A observação de aulas sucedeu à avaliação do plano de aula, constituindo a forma de avaliar *in loco* a GCM implementada. As observações realizadas em sala de aula

serviram para documentar através de notas de campo (apêndice II a XIII) e, posteriormente avaliar a coerência das observações com as planificações, no âmbito da avaliação realizada com a nossa estrutura conceitual e, conseqüentemente conduzir-nos à compreensão do Caso. Neste sentido, manteve-se um registo dos acontecimentos no sentido de providenciar uma descrição pormenorizada com vista à sua avaliação. No cumprimento deste registo, assumiu-se uma atitude não participante, como mero espetador, sem qualquer interação com os professores e com os alunos no decorrer das aulas (Pardal & Correia, 1995). Os registos das aulas observadas de cada professor participante foram concretizados sob a forma de notas de campo, uma vez que, nas escolas não foi dada autorização para se proceder ao registo áudio ou vídeo. Esta impossibilidade imposta pelas cinco escolas resultou de alguns encarregados de educação não permitirem qualquer tipo de exposição dos seus educandos.

Com vista à organização das informações recolhidas de cada aula observada, focalizou-se a atenção nas informações que se afiguravam mais relevantes para a concretização de uma avaliação estruturada de cada aula, de forma a obter-se uma visão o mais completa possível do Caso em estudo (Pardal & Correia, 1995), isto é, procurou-se que as notas de campo incluíssem um retrato fiel dos factos observados, para auxiliar a organização e a posterior análise dos dados (Cohen, Manion & Morrison, 2000). Para isso, tal como recomenda Bogdan e Biklen (1994), atendemos a uma categorização apoiada nas sub-dimensões consignadas no referencial de avaliação, a saber: a caracterização da situação-problema, o processo de MM, as conexões intra-matemáticas e interdisciplinares e os fatores condicionantes de índole material. Das notas de campo fazem parte uma componente descritiva e outra reflexiva que se dirigem, para a análise dos dados empíricos resultantes das observações (Bogdan & Biklen, 1994).

O referencial de avaliação com critérios objetivos permitiu atenuar, em todas as fases da operacionalização da avaliação, as limitações decorrentes do olhar menos distanciado do investigador, em particular aquando da observação de aulas (Pardal & Correia, 1995).

O terceiro momento consistiu na validação das inferências decorrentes da avaliação da GCM intencional e implementada, junto dos professores participantes, que foram chamados a pronunciarem-se sobre tais inferências. Este procedimento é sustentado por Stake (2009) que atribui importância crucial aos participantes numa investigação por

contribuírem para a verificação das observações e interpretações do investigador, num processo a que o autor designa por “verificação dos intervenientes”.

O processo metodológico descrito revelou-se adequado à natureza da presente investigação, dado que se pretendeu estudar em profundidade a realidade no seu contexto (Pardal & Correia, 1995). Acresce o facto, das múltiplas fontes de evidência a que se recorreu permitirem assegurar diferentes perspetivas para o mesmo fenómeno (Yin, 2010).

As fases do estudo empírico e procedimentos inerentes que acabámos de descrever encontram-se sintetizados no quadro seguinte (Quadro 6.2).

**Quadro 6.2 - Fases do estudo empírico: Fontes e técnicas na recolha de dados empíricos e técnicas na análise de dados empíricos**

Fases	Objetivos	Recolha dos dados empíricos		Técnicas de análise dos dados
		Técnicas	Fontes de evidência	
<b>Seleção e caracterização dos participantes</b>	Fazer o registo biográfico de cada professor (pessoal e profissional); Caracterizar as dinâmicas de cada professor na escola; Identificar a formação contínua de cada professor e das necessidades de formação. Identificar os fatores condicionantes de índole social.	Inquérito	Questionário	Análise descritiva e interpretativa  Análise de conteúdo de documentos
<b>Construção do referencial de avaliação</b>	Construir um instrumento de avaliação (referencial de avaliação), recorrendo a fundamentos da literatura e mais particularmente do marco teórico EOS, perspetivando a qualidade da GCM nos CPIII	Análise documental	Literatura da especialidade	Análise de conteúdo de documentos
<b>Avaliação da GCM instituída</b>	Avaliar a adequação das diretrizes curriculares, atendendo aos critérios definidos no referencial.	Análise documental	Programa da componente de formação científica disciplina de Matemática para os CPIII.	Análise de conteúdo de documentos
<b>Avaliação da GCM intencional (planos de aula)</b>	Avaliar as pretensões do professor segundo os critérios definidos no referencial	Análise documental	Planos das aulas a observar	Análise de conteúdo de documentos
<b>Avaliação da GCM implementada (observação de aulas)</b>	Avaliar a concretização das pretensões e a implementação do plano	Observação direta não participada	Notas de campo	Análise de conteúdo de documentos e análise estatística
<b>Validação das inferências junto dos professores participantes</b>	Validar as inferências	Verificação dos intervenientes	Professores participantes no estudo	Análise descritiva e interpretativa

#### 6.4. Seleção e caracterização dos participantes no estudo

Numa investigação qualitativa, paradigma em que se enquadra o presente estudo, o investigador está interessado num caso particular, podendo os participantes neste tipo de investigação ser em número geralmente pequeno, uma vez que o propósito é normalmente desenvolver uma compreensão profunda do objeto em estudo (Borg, Gall & Gall, 1996). Assim, no presente estudo não se pretendeu a generalização dos dados recolhidos mas, eventualmente, conseguir uma confluência de ideias e/ou práticas, no estudo sobre a GCM intencional e implementada (Almeida & Freire, 2000; Borg, Gall & Gall, 1996). Em consequência, o objetivo do presente estudo, no que concerne à GCM, intencional e implementada, não foi fazer inferências sobre a população de professores que leciona Matemática a CPIII, mas avaliar a GCM de um conjunto de professores e inferir alguma convergência na GC dos envolvidos, pelo que a questão da generalização deixa aqui de ser relevante.

Assume-se neste estudo de caso, que se empreendeu, uma clara intencionalidade na seleção dos participantes, apoiando-nos no entendimento de Borg, Gall e Gall (1996), que consideram que numa investigação no contexto educacional, recorre-se a um método intencional de seleção, sempre que se acredita que um dado grupo de indivíduos reúne as características mais ajustadas aos propósitos da investigação. Assim, teve-se em linha de conta a variação máxima das especificidades individuais de cada professor participante e não a uniformidade, para se perceber em que medida elas interferem nas práticas observadas.

Mais detalhadamente, com base nos critérios de proximidade e de diversidade da oferta de Cursos Profissionais ligados à indústria (CPIII-300h), selecionaram-se aleatoriamente cinco escolas secundárias da zona norte e centro do país, que se passam a identificar por escolas A, B, C, D, E.

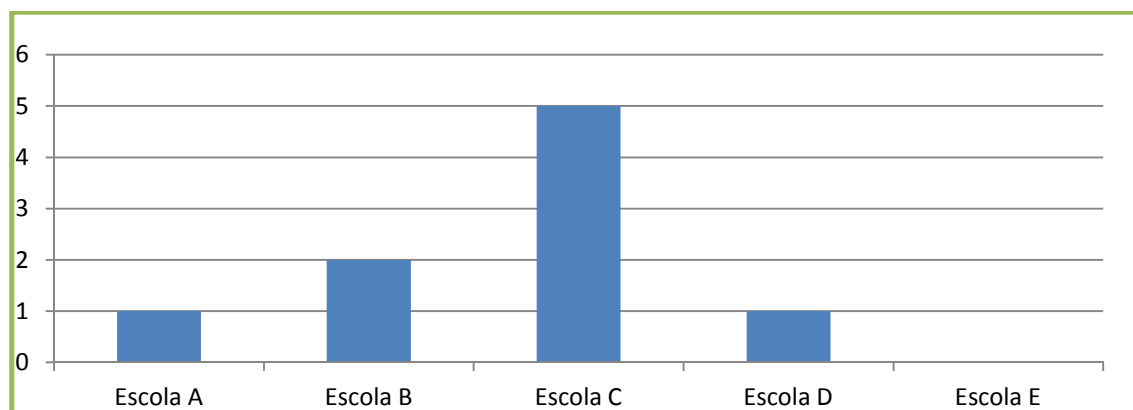
O primeiro contacto com as escolas estabeleceu-se através do Diretor da escola e Coordenador da Área Curricular de Matemática, e teve como principal propósito esclarecer questões de natureza ética e motivacional, já que estes elementos constituiriam um elo de ligação com os professores participantes no estudo. Os principais aspetos abordados no primeiro contato foram: (1) apresentação da investigação; (2) reflexão dos benefícios que pudessem advir da participação da escola e, em particular, dos professores de Matemática

na presente investigação; (3) consentimento da escola e disponibilidade por parte dos professores em colaborar na investigação, tendo sido, deste modo, respeitado o direito à não-participação; (4) garantia do anonimato e confidencialidade dos participantes num ambiente de partilha cujos procedimentos são remetidos a consentimento informado, sendo, por este motivo, também eles identificados por códigos; (5) garantia de que os dados recolhidos seriam usados exclusivamente para fins científicos, sendo destruídos os dados brutos após a defesa da dissertação.

Com o intuito de seleccionar os professores participantes, e após a aceitação da implementação do estudo por parte dos órgãos de soberania de cada escola seleccionada, encetaram-se as diligências e contactos no sentido de dar cumprimento à procura de respostas à questão da investigação.

Em consequência, foi estabelecido um primeiro contacto com os professores de Matemática que lecionavam a CP III nas escolas secundárias seleccionadas, tendo sido solicitado a cada professor o preenchimento de um questionário (cf. Apêndice I) para sintetizar o registo biográfico dos professores ao serviço desta via de ensino, verificar a disponibilidade em participar na investigação e caracterizar a dinâmica da escola. Este inquérito por questionário permitiu paralelamente compreender todo o panorama circunstancial e contextual dos professores envolvidos e respetivos cursos profissionais que lecionam.

Foram distribuídos 14 questionários pelas cinco escolas seleccionadas, com um retorno de nove questionários válidos (64,3%). Refira-se que, como se constata no gráfico que se apresenta na figura 6.1, nenhum inquérito da escola E teve retorno.

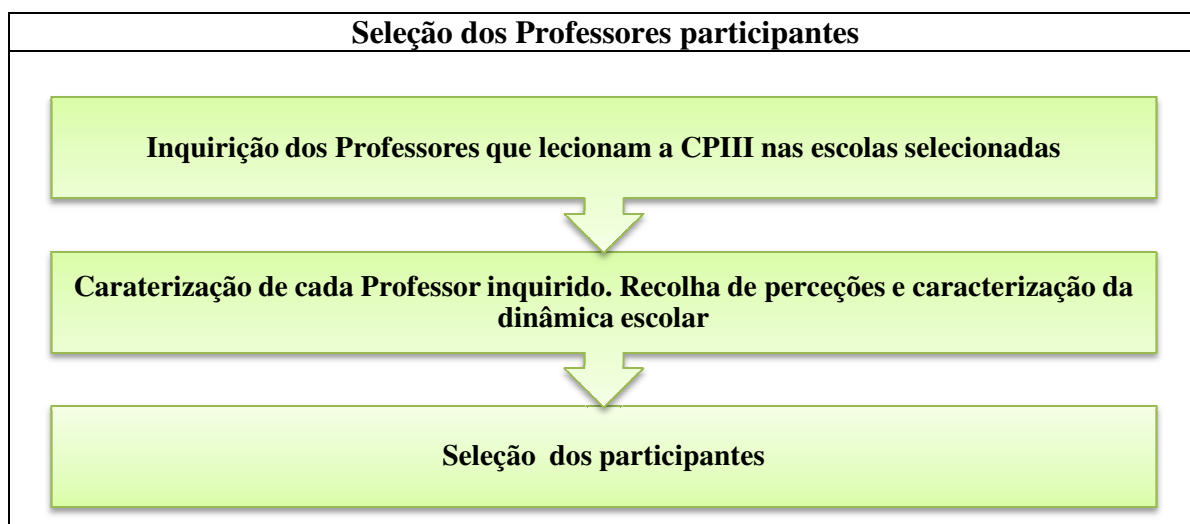


**Figura 6.1 - Número de questionários com retorno por Escola**

Dos nove professores que responderam ao questionário selecionaram-se seis tendo em conta os seguintes critérios: (1) Disponibilidade em participar na investigação; (2) Lecionar ao 10.º ano ou 11.º ano a cursos profissionais de nível III vocacionados para a indústria (300 horas); (3) Formação académica (Licenciatura, Mestrado e Doutoramento no âmbito da Matemática e/ou em outras áreas); (4) Experiência no ensino profissional (com experiência na lecionação a CPIII - Professor P1 e P3; sem experiência na lecionação a CPIII - Professor P2; com reduzida experiência na lecionação a CPIII - Professor P4, P5 e P6).

Os procedimentos acima descritos encontram-se explicitados no quadro seguinte (Quadro 6.3):

**Quadro 6.3 - Processo de seleção dos professores participantes na investigação**



A observação de aulas decorreu durante o segundo e terceiro períodos do ano letivo 2010/2011, com uma marcação prévia, feita através de contactos estabelecidos via correio eletrónico ou presencialmente. A observação de aulas ter decorrido durante o segundo e terceiro períodos, foi única e exclusivamente determinada por serem os períodos dedicados aos módulos que contemplam a abordagem das funções que, como já se havia referido anteriormente, constitui o foco de atenção no âmbito da GCM nos CPIII, por permitir uma forte ancoragem à MM e às necessidades industriais (COMAP, 2010).

Acreditamos que o processo de avaliação do desempenho docente no biénio 2009-2011, que coincidiu com a recolha de dados empíricos, pode ter originado um clima de instabilidade e sobrecarga burocrática que, aliado ao facto de ser necessário 'invadir' um

pouco a privacidade pessoal e profissional, no nosso entender, pode justificar a não recetividade na participação de alguns professores. De qualquer modo, tornava-se complexo avaliar a GCM de um grande número de professores, uma vez que foi nossa intenção realizar uma investigação exploratória profunda, como já havíamos mencionado anteriormente.

Nos vários contactos estabelecidos informalmente com os seis professores, vislumbrou-se um interesse crescente na sua participação nesta investigação, como uma mais-valia em prol de um melhor desempenho no papel que determina uma relevante função docente – a gestão do currículo.

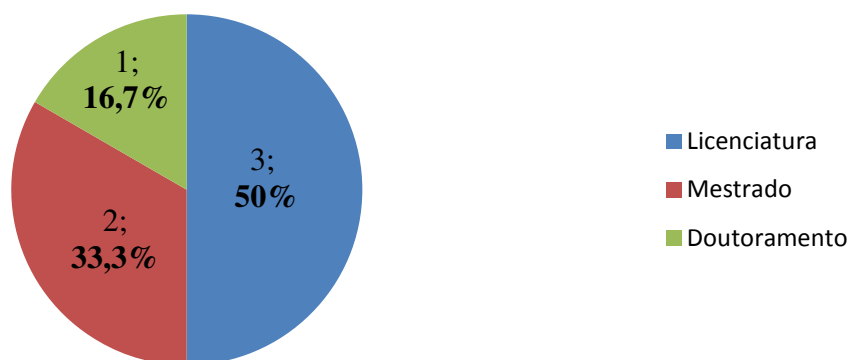
A caracterização dos seis professores participantes, resultado da análise estatística do inquérito por questionário (cf. Apêndice I) encontra-se expressa nos quadros seguintes (Quadros 6.4, 6.5 e 6.6), no que concerne às variáveis género, grupo etário, habilitações académicas, designação do curso e entidade formadora, situação profissional, anos de serviço docente, cargos e escola onde leciona.

**Quadro 6.4 – Caracterização dos professores participantes no estudo**

Prof.	Género	Grupo etário	Habilitações Académicas	Designação do curso e entidade formadora	Situação Profissional	Anos de Serviço	Cargos	Escola
<b>P1</b>	M	40	Licenciatura	Matemática Universidade de Aveiro	Quadro Zona Pedagógica	14	Nenhum	A
<b>P2</b>	F	25	Doutoramento	Matemática Universidade de Aveiro	Contratada	2	Nenhum	A
<b>P3</b>	F	34	Mestrado	Matemática para o ensino Fac. Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra	Quadro Escola	11	Nenhum	C
<b>P4</b>	F	35	Licenciatura	Matemática ramo educacional Faculdade de Ciências da Universidade do Porto; Tecnologias da informação e comunicação	Contratada	4	Nenhum	D
<b>P5</b>	M	55	Mestrado	Matemática Universidade de Aveiro; Ciências da Engenharia Mecânica Fac. Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra	Quadro Escola	25	Nenhum	B
<b>P6</b>	F	42	Licenciatura	Matemática Fac. Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra	Quadro Zona Pedagógica	15	Nenhum	B

Da caracterização anterior ressalta que os professores são maioritariamente indivíduos do género feminino (66,7%), comparativamente com a percentagem de indivíduos do género masculino (33,3%). Relativamente à idade, constata-se ser um grupo relativamente jovem, uma vez que a maioria dos indivíduos se situa na faixa etária que medeia entre os 25 e os 42 anos (83,3%).

No que diz respeito às habilitações académicas, a maioria dos professores possui o grau académico de licenciatura (três professores - 50%), seguido do grau de mestrado (dois professores – 33,3%) e apenas um professor (16,7%) tem doutoramento, como se observa no gráfico apresentado na figura 6.2.



**Figura 6.2- Distribuição dos professores participantes de acordo com as habilitações académicas**

Importa referir que todos os professores possuem uma formação académica (Licenciatura, Mestrado ou Doutoramento) vocacionada para o ensino da Matemática. Há um predomínio claro da licenciatura (50%), seguida do mestrado (33,3%), enquanto apenas um professor 16,7% possui o doutoramento. Destaca-se, ainda, a formação complementar noutros domínios académicos dos professores P4 e P5, respetivamente licenciatura em tecnologias da informação e comunicação e mestrado em ciências da engenharia mecânica, critério que contribuiu para a integração destes professores no presente estudo, pois acreditou-se ser uma mais-valia na GCM alusiva ao contexto industrial.

No que concerne à situação profissional, pela análise dos dados, constata-se que a maioria (66,7%) dos indivíduos pertence ao quadro de nomeação definitiva. Destes, 50% pertence ao quadro de escola e 16,7% ao quadro de zona pedagógica. Numa terceira categoria profissional, encontram-se dois professores contratados (33,3%).



Outro aspeto que mereceu a atenção foi o desempenho de cargos pelos professores participantes, tendo-se verificado que nenhum deles desempenha cargos inerentes ao curso (por exemplo coordenador do curso, diretor de turma) além da docência.

Quanto à experiência dos professores participantes na lecionação a CPIII, aferiu-se o espelhado no quadro que se segue, do qual se subtrai a inexperiência do professor P2 neste âmbito e apenas um ano de docência a CPIII pelo professor P4. Lembra-se que um dos critérios utilizados na seleção dos professores participantes no estudo foi a variação da experiência profissional no âmbito da docência a cursos profissionais.

**Quadro 6.5- Histórico da experiência de cada professor participante nos CPIII nas escolas secundárias portuguesas**

Professor	Histórico da experiência do docente em Cursos Profissionais de nível III, em escolas secundárias nacionais
P1	<p><b>2009/2010</b> 10.º ano - Técnico de manutenção industrial - eletromecânica</p> <p><b>2009/2010</b> 10.º ano - Técnico de instalações elétricas</p> <p><b>2009/2010</b> 10.º ano - Técnico de eletrotecnia</p> <p><b>2009/2010</b> 11.º ano - Técnico de manutenção industrial - eletromecânica</p> <p><b>2009/2010</b> 11.º ano - Técnico de instalações elétricas</p>
P2	Não tem
P3	<p><b>2007/2008</b> 10.º ano - Técnico de Turismo</p> <p><b>2007/2008</b> 10.º ano - Técnico de Apoio Psicossocial</p> <p><b>2008/2009</b> 11.º ano - Técnico de Turismo</p> <p><b>2008/2009</b> 11.º ano - Técnico de Apoio Psicossocial</p> <p><b>2009/2010</b> 10.º ano - Técnico de Recepção</p> <p><b>2009/2010</b> 10.º ano - Técnico de gestão e programação de sistemas informáticos</p>
P4	<b>2006/2007</b> Técnico de Eletricidade
P5	<b>2009/2010</b> 10.º ano - Técnico de Informática
P6	<p><b>2009/2010</b> 12.º ano – Técnico de Energias Renováveis</p> <p><b>2009/2010</b> 12.º ano – Técnico de Contabilidade</p>

No quadro 6.6. apresenta-se a negrito as turmas e a respetiva designação do curso objeto das aulas observadas.

**Quadro 6.6 - Ano(s) e designação do(s) CPIII que cada professor participante leciona no ano letivo 2010-2011**

Professor	Ano(s) e designação do(s) CPIII 2010/2011
P1	11.º e 12.º anos - Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica
	<b>11.º ano - Técnico de Eletrotecnia</b>
	11.º e 12.º anos - Técnico de instalações elétricas
P2	10.º ano - Técnico de Secretariado
	<b>10.º ano - Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica</b>
	10.º ano – Técnico de Gestão e Programação de Sistemas Informáticos
P3	<b>10.º ano – Técnico de Manutenção Industrial variante Mecatrónica Automóvel</b>
	11.º ano – Técnico de Gestão e Programação de Sistemas Informáticos
	11.º ano – Técnico de Receção
P4	<b>10.º ano - Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho</b>
	11.º ano - Técnico de Energias Renováveis
P5	<b>10.º ano – Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica</b>
P6	<b>11.º ano – Técnico de Energias Renováveis</b>
	11.º ano – Técnico de Informática de Gestão

A dinâmica de trabalho em que se insere cada professor participante na planificação da GCM a cursos profissionais mereceu também a nossa atenção, podendo esta caracterizar-se de carácter individual (significado pessoal) ou de carácter institucional (compartilhada no seio da instituição escolar) (Godino, Batanero & Font, 2007).

Assim, a avaliação pôs a descoberto que as dinâmicas de trabalho na GCM nos CPIII dos seis professores participantes são na totalidade de carácter individual. Sendo a dinâmica de trabalho de todos os professores participantes de carácter individual, todos eles referiram que os seus recursos didático-pedagógicos não são revistos pelo respetivo grupo

disciplinar ou equipa formadora de cada curso, antes de os apresentarem aos alunos.

Acrescenta-se o facto de todos os professores terem referido que nas escolas do qual fazem parte, não se promovem reuniões com vista à análise/interpretação das orientações curriculares proferidas nos normativos enquadradores da Gestão Curricular nos Cursos Profissionais, nem haver por parte de nenhum grupo disciplinar conhecimento de formação dirigida a professores, formadores e técnicos do ensino profissional.

Constituindo a formação contínua dos professores participantes um elemento fulcral na compreensão da sua GCM, o inquérito por questionário traduziu que nenhum dos seis professores participantes frequentou formação contínua, no âmbito da GCM, nos Cursos Profissionais ou no âmbito da GCM em contexto industrial, ou em termos mais gerais no âmbito da GC nos Cursos Profissionais, pelo desconhecimento que têm da existência de formação contínua nestes âmbitos.

### **6.5. Protocolo de referencialização como prática de Avaliação da Gestão Curricular da Matemática nos CPIII**

O protocolo de referencialização que se desenvolveu no presente estudo, como perspectivam Hadgi (1994) e Figari (1996), no contexto internacional, e Pacheco (2002) e Alves (2004), no contexto nacional, consistiu na procura sistemática de referentes em função do que se estabelece para referencial. Compreendeu a seleção de critérios (modo de interpretação da informação) como elementos essenciais à fundamentação de juízos de valor, manifestos nos respetivos indicadores (forma observável, tangível, manipulável e quantificável, como instrumentos mensuráveis ao serviço de critérios) (Figari, 1996, p. 34), ou seja um indicador é o elemento observável e mensurável que de acordo com Alves (2004) permite medir o desvio entre o modelo estabelecido como ideal e a realidade.

Figari (1996) refere que, qualquer juízo proferido no domínio educativo exige ser fundamentado, sob pena de se tornar inoperante. Acrescenta o mesmo autor que a referencialização é:

Um conjunto de modalidades que consistem em determinar um contexto e nele delimitar os elementos portadores de significado, em construir (ou reconstruir) um

sistema de referências relativo a um objeto (ou a uma situação) preciso e em relação ao qual se poderão justificar os diagnósticos e as avaliações. (p.151)

Trata-se, então segundo o autor supra citado, da elaboração do referente, articulado em torno das suas duas dimensões: geral e situacional (Figari, 1999, p. 52).

Em jeito de conclusão, a referencialização pretende constituir um método de delimitação de um conjunto de referentes, o que difere do referencial que designa um produto acabado e uma “formulação momentânea da referencialização” (Figari, 1996, p. 52).

Na senda de Figari (1996), entende-se por referencial o conjunto dos referentes (campo teórico invocado e escolhido para descrever o objeto), isto é, o referencial, do ponto de vista instrumental, é uma grelha de leitura da realidade, objeto consequente de uma escolha, facto que implica a sua fundamentação detalhada.

Na aceção de Alves (2001, p. 249), o processo de referencialização consiste na assimilação “de um contexto e em construir, fundamentando-o com os dados, um corpo de referências relativo a um objeto (ou a uma situação), em relação ao qual poderão ser estabelecidos diagnósticos, projetos de formação e avaliações.” Acrescenta ainda que no desenvolvimento de um processo de referencialização devem ser atendidos os seguintes objetivos: “(1) encontrar e/ou construir referentes; (2) operar diagnósticos provisórios que se destinam a motivar o prosseguimento da procura sistemática de informações; (3) definir dimensões de avaliação: abrir categorias de questionamento que desemborcarão na formulação dos critérios utilizados para a avaliação; (4) delimitação do contexto num ambiente multiforme, criando um quadro em relação ao qual os diagnósticos poderão ser discutidos; (5) justificar e nomear os critérios que presidirão à avaliação.”

No seguimento do anteriormente exposto, procedeu-se à referencialização da GCM nos CPIII do ensino secundário, onde o produto final foi o referencial de avaliação cujos referentes e critérios emergiram do conhecimento produzido da revisão da literatura da especialidade e em particular dos pressupostos do modelo teórico EOS (explicitado no capítulo V).

Numa primeira fase, procedeu-se a um trabalho exaustivo de procura de referentes inerentes ao currículo e à gestão curricular em particular da Matemática nos CPIII, para o

qual foi necessário definir critérios decorrentes do enquadramento teórico nesta área do saber.

O quadro seguinte (Quadro 6.7) explicita de forma sintética o protocolo global de referencialização adotado na presente investigação:

**Quadro 6.7 - Protocolo de referencialização**

<b>Referencialização de Avaliação da GCM nos CPIII</b>	
<b>Análise didática</b> – <i>Ao nível da Adequação didática</i>	
Dimensão Ecológica (EOS).	
<b>Sub-dimensões da Dimensão Ecológica</b> - Situação-Problema, Processo de Modelação Matemática, Conexões intra-matemáticas e interdisciplinares, Fatores condicionantes de índole material, social e outro tipo (transpostas do EOS).	
<b>Operacionalização</b> - Avaliação da GCM instituída, intencional e implementada nos CPIII.	
<b>Referencial de avaliação</b>	
<b>Proveniência dos referentes</b> - Revisão da literatura:	
(1) Teorias defendidas pelos autores consultados;	
(2) Fundamentos do marco teórico EOS.	
<b>Crítérios</b>	<b>Indicadores</b>

O desenho do referencial de avaliação que sustenta a presente investigação assentou na necessidade de tornar a avaliação “transparente, rigorosa e fundamentada” (Figari, 1996, p. 177), com a conseqüente delimitação de um conjunto de sub-dimensões, a partir das quais se produz um juízo de valor com base no respetivo critério e indicador. O referencial pressupõe o recurso, implícito ou explícito, a um sistema de referências a partir da análise do objeto em estudo (Alves, 2001; Figari, 1996).

Do ponto de vista de Alves (2001):

A cada critério terá de corresponder pelo menos um indicador – uma forma observável, tangível, manipulável, quantificável – que permita concluir da presença ou ausência de determinado critério, e, conseqüentemente, a aproximação ou afastamento dos referentes selecionados como pertinentes para aquela operação de avaliação. (p. 261)

Acrescenta ainda a mesma autora que os indicadores são elementos observáveis, sinais ou vestígios da presença de determinado fenómeno, remetendo implicitamente para os critérios. Profere que os indicadores permitem “construir um conjunto de dados para tornar legível cada categoria de critérios. Assim, considera que os indicadores deverão fazer sobressair a informação, permitindo efetuar concretamente a comparação induzida pelo critério” (p. 266).

Figari (1996) acautela que um indicador “não pode, por si mesmo, em nome do seu estatuto, dar um sentido ao resultado que sublinha, por isso, deve ser reportado a um critério” (p.110). Profere o mesmo autor que “os critérios são concretizados por indicadores”, constituindo, por isso, um elo metodológico intermediário da avaliação tendo como “característica particular que é um testemunho da existência de um fenómeno predeterminado” (p.112).

Em jeito de síntese, a partir do exposto anteriormente, um critério é a referência para a sua dupla utilização na planificação de uma ação ou na avaliação da qualidade da sua implementação, já que permite conferir credibilidade, legitimidade e fiabilidade a essa ação em conformidade com a qualidade requerida. O indicador representa o indício ou evidência de determinado fenómeno que se pretende recolher e posteriormente avaliar, ou seja, permite medir uma progressão, através de comparações entre um fenómeno observado e o referencial.

Salvaguarda Alves (2001), que a correspondência entre critérios e referentes não é necessariamente de um para um, sendo que “a interação entre os referentes é quase inevitável quando os elementos a avaliar são tão específicos como este, pelo que um mesmo critério pode ir ao encontro de vários referentes ou um mesmo referente pode rever-se em vários critérios” (p. 261).

Conclui-se que o referente é, portanto, o modelo ideal que articula intenções significativas, ou seja, refere-se aos dados que são da ordem do ideal, consistindo num “modelo ideal, articulando intenções significativas que permite tomar posição face a uma determinada realidade” (Hadji, 1994, p.188).

Enfatiza Hadji (1994) que uma investigação apoiada num protocolo de referencialização apresenta um maior rigor e objetividade, perspetiva também partilhada pelo *Joint Committee on Standards for Educational Evaluation* (2011) que refere que o que contribui para a credibilidade de uma avaliação é a existência de critérios que

funcionem como um verdadeiro código de conduta e de postura ética, apresentando quatro condições essenciais para a sua validação:

- (1) Devem assegurar que a avaliação proporcione a informação desejada;
- (2) Devem assegurar uma avaliação realista, prudente, diplomática e moderada;
- (3) Devem ser concebidos para permitir que a avaliação seja realizada de forma ética;
- (4) Devem ser estabelecidos de modo que a avaliação revele e transmita informação exata acerca do objeto em estudo.

Pretendeu-se, assim, que o protocolo de referencialização, alicerçado na questão de investigação, culminasse na construção do referencial de suporte à presente avaliação dos diferentes aspetos e momentos da GCM, mediante o suporte de um sistema de critérios e respetivos indicadores, que sirvam de orientação à avaliação, na recolha e apresentação dos dados empíricos. Com a referencialização, tornou-se pois possível minimizar o carácter disperso e fragmentário dos dados recolhidos.

Ressalva-se, no entanto, que o referencial de avaliação que se irá apresentar não se assume permanente com vocação estável, uma vez que são imprevisíveis todos os fatores emergentes do contexto, correndo-se o risco “de se tornar numa norma ou bitola e restringir a avaliação a uma medida de conformidade” (...) “ou ser mal compreendido pelos utilizadores que não tenham participado na sua elaboração” (Figari, 1996, p.181). Desta forma o referencial reclama uma metodologia fiável, contudo suficientemente flexível para que a avaliação se adapte a qualquer contexto de investigação.

### **6.5.1. Significado de referência para a Gestão Curricular da Matemática nos Cursos Profissionais de nível III**

Godino (2011) postula que a noção de adequação didática requer a reconstrução de um significado de referência para os objetos matemáticos e didáticos pretendidos. Essa noção incorpora seis dimensões (epistémica, cognitiva, ecológica, afetiva, interacional, e mediacional), que segundo o autor constituem ferramentas de análise, pois podem “servir como um ponto de partida para uma teoria do design instrucional” (p. 5).

Assim, nesta secção, procederemos ao reconhecimento das normas que consentem a análise dos processos de ensino e aprendizagem da Matemática, em particular no estudo das funções (tema estruturante do programa da componente de formação científica da disciplina de Matemática nos CPIII) dos 10.º e 11.º anos, no elenco de módulos A, em particular nos módulos A2 funções polinomiais, A4 funções periódicas, A5 funções racionais e A6 Taxa de Variação.

Em seguida, apresenta-se o significado normativo de referência centrado na dimensão ecológica, que serviu de suporte à avaliação dos diferentes momentos da GCM nos CPIII (GC instituída, intencional e implementada). Relembre-se que, atendendo à questão de investigação, a avaliação centralizou-se na dimensão ecológica, uma vez que na perspetiva global que adotamos na presente investigação acerca das normas que suportam o ensino da Matemática no contexto do ensino profissional, não pudemos prescindir das normas que determinam a adequação do currículo à escola e à sociedade e, mais em particular, às necessidades do contexto profissional. A centralidade normativa da dimensão ecológica sustentou a procura de referentes que determinam e influenciam a GCM no contexto profissional para o desenvolvimento de competências nos alunos.

Deste modo, para a análise de qualquer processo de ensino da Matemática, é necessário, numa primeira fase, identificar e dissecar as normas que regulam e servem de guia de orientação desse desenvolvimento, pois só assim será possível compreender os fundamentos subjacentes a determinada prática observada para, em consequência, permitir a análise crítica das opções metodológicas adotadas.

Na construção do significado normativo de referência para a presente investigação, uma primeira análise recaiu na natureza das situações-problema, que se especificam na revisão da literatura como promissoras de desenvolver nos alunos competências matemáticas e competências socioprofissionais. A sociedade, por um lado, espera que a escola se adeque aos cidadãos, educando-os para uma participação ativa na comunidade e, por outro lado, a escola espera conseguir formar profissionais competentes no futuro desempenho profissional.

Dada a natureza da questão de investigação, a conformidade perceptível entre os argumentos apresentados no capítulo do enquadramento teórico para o recurso à MM e as competências matemáticas a desenvolver nos alunos, justifica o enfoque, da presente avaliação na MM por ser a natureza das situações-problema mais promissora do



desenvolvimento de competências num futuro profissional (COMAP, 2010; ICMI-ICIAM, 2008).

Burak e Kluber (2007), COMAP (2010), Matos, Blum, Houston e Carreira (2001), OCDE (2008) e Ponte (2005), entre outros autores consultados, informam que o desenvolvimento de competências nos alunos deve ter em conta o saber usar a Matemática em situações-problema reais e profissionais. Imerge desta orientação a pertinência das situações-problema para cada curso profissional, atendendo às especificidades da componente de formação técnica do curso.

A compreensão do processo de MM pelo professor é outro requisito que condiciona a GCM do professor e consequentemente o desenvolvimento das competências necessárias aos alunos. A obrigação de assegurar o desenvolvimento de competências determina que o professor detenha um conhecimento adequado da MM, para uma apropriação adequada da referida metodologia. Neste âmbito, apresentámos, no enquadramento teórico, uma abordagem detalhada que fundamenta o processo de MM adotado como referência nesta investigação, com a explanação das etapas constituintes.

O recurso à MM permite que ocorram aprendizagens significativas, ao trazer o contexto profissional do curso para a sala de aula, permitindo simultaneamente integrar conteúdos matemáticos de forma intra e interdisciplinar. Esta metodologia de ensino potencia uma aprendizagem mais interativa e autónoma por parte do aluno, na construção de conhecimentos com significados reais e profissionais.

O relevo atribuído às conexões intra-matemáticas resulta de se considerar que os processos de construção e o uso dos objetos matemáticos não se devem conceber isoladamente, mas relacionados uns com os outros através de relações semióticas, entendidas como relação entre o antecedente (expressão) e o conseqüente (conteúdo) (Godino, Font & Wilhelmi, 2006). O exposto fundamenta que não é possível compreender um conceito matemático, sem a existência de conexões entre ideias matemáticas (NCTM, 2007)

A resposta adequada da formação às necessidades da sociedade e da comunidade educativa constitui um dos princípios essenciais da GC nos CP. Essa adequação é determinada em função dos conhecimentos e formação do professor (Alarcão, 2001b; Even & Tirosh, 2002; Gimeno & Pérez Gómez, 1998; Godino & Batanero, 2009; Hiebert, Morris, & Glass, 2003; Ponte & Chapman, 2008; Sloyer, Blum & Huntley, 1995) ou do

desenvolvimento de trabalho colaborativo, princípio articulador e integrador da ação, da planificação, da cultura, do desenvolvimento, da organização e da investigação, como uma mais-valia que acarreta inúmeras vantagens (Gómez, 2000; Leite, 2002; Pacheco, 2001; Santos, 2000a).

Outra componente relacionada com as normas ecológicas, diz respeito aos fatores condicionantes de índole material, nomeadamente a integração das tecnologias no ensino e aprendizagem da Matemática. De facto, atendendo ao enfoque na MM, a literatura invoca uma relação inequívoca com a integração das tecnologias (Godino, Batanero & Font, 2007; Philipp, 2007; Silva, Pinto, & Balsa, 2000). A ênfase atribuída ao uso das tecnologias (calculadoras, computadores, sensores, entre outros) impõe que deve ser o professor quem mais deve promover o uso destas ferramentas no ensino da Matemática, incluindo, nas suas aulas, momentos adequados para o seu uso (Godino, Batanero & Font, 2007; Matos J., 1997; Philipp, 2007; Silva, Pinto, & Balsa, 2000). Esta incorporação é o resultado da necessidade que a sociedade tem que os seus cidadãos sejam futuros profissionais competentes detentores do domínio das tecnologias.

Para finalizar, outros fatores condicionantes de índole social, contemplados na dimensão ecológica, estão diretamente relacionados com a “imagem” do ensino profissional e dos alunos que nele ingressam.

A explanação da ancoragem da dimensão ecológica contemplada no marco teórico EOS ao objeto de estudo, que acabámos de apresentar de forma sintetizada, apresenta-se mais em detalhe na secção que se segue, onde o referencial de avaliação foi o resultado do processo de referencialização como prática avaliativa.

### **6.5.2. Referencial de Avaliação da Gestão Curricular da Matemática nos Cursos Profissionais de nível III**

A avaliação da GCM nos CPIII, considerando a natureza da questão de investigação, como já havíamos referido, incidiu na dimensão ecológica da adequação didática contemplada no marco teórico EOS. Atendendo às sub-dimensões integradas na dimensão ecológica, ancorámos a cada uma delas, sub-questões de investigação, sendo que as respostas a essas sub-questões conduziram à resposta à questão de investigação.

As sub-questões surgiram ancoradas a pressupostos extraídos da revisão da literatura e que se passam a enumerar: (1) A MM é uma metodologia estruturante para o desenvolvimento de competências contempladas num perfil profissional à saída do curso; (2) A MM é uma competência a desenvolver nos futuros profissionais da indústria; (3) Existem conexões entre o mundo real e profissional em particular com a indústria (COMAP, 2010; ICMI-ICIAM, 2008).

O quadro, que se segue (Quadro 6.8), explicita a ancoragem das sub-questões às sub-dimensões contempladas na dimensão ecológica:

**Quadro 6.8 - Sub-dimensões da dimensão ecológica e respetivas sub-questões de investigação**

Sub-dimensões da Dimensão Ecológica		Sub-questões de investigação
Situação-problema	Natureza	Q1 – São contempladas situações-problema de natureza de Modelação Matemática?
	Pertinência	Q2 – É atendida a pertinência das situações-problema?
	Grau de desafio	Q3 – O grau de desafio e o grau de estrutura das situações-problema propostas são adequados?
	Grau de estrutura	
Processo de Modelação Matemática	Q4 - O processo de modelação matemática segue um ciclo integral com o relevo adequado?	
Conexões	Intra-matemáticas	Q5 – São contempladas conexões com outros conteúdos do programa de Matemática para os CPIII?
	Interdisciplinares	Q6 - São contempladas conexões com outras disciplinas que integram as componentes de formação da matriz curricular do CPIII? Q7 - São contempladas conexões com a componente de formação técnica do curso?
Fatores Condicionantes	Índole social, material, ou outro tipo	Q8 - Que fatores de índole social, material, ou outro tipo, condicionam a abordagem das situações-problema e fundamentam a GCM?

Para se proceder à explicitação do referencial de avaliação, recorreu-se a uma das sete situações-problema que desenhámos (apêndices XIV a XVIX), atendendo à preponderância da MM como tema transversal no ensino profissional. A centralidade das situações-problema no estudo das funções justifica-se pelo reconhecimento consensual da sua importância na formação secundária em Matemática, onde se apresentam as funções como modelos de situações-problema no contexto real e profissional.

Se, por um lado, o desenho das situações-problema foram o resultado da utilização do referencial de avaliação como guia de orientação na planificação, também elas, numa

dinâmica recíproca, serviram para detetar possíveis incongruências no referencial de avaliação que eventualmente, tivessem sobrevivido ao nosso olhar menos distanciado. Deste modo, o referencial de avaliação pretendeu além do propósito para o qual foi elaborado (instrumento de avaliação), servir também ele de guia de orientação na planificação da GCM do professor ou de guia para o desenho de novas situações-problema, indo esta dupla funcionalidade do referencial (no contexto da planificação e no contexto da avaliação) ao encontro do perspectivado por Figari (1996).

Para explicitação do referencial de avaliação cujos referentes têm origem nas teorias dos diversos investigadores consultados na revisão da literatura e em particular no marco teórico EOS, passamos a apresentar uma situação-problema de natureza de MM (Figura 6.3), geradora do projeto 1, e que se destina à Família de Profissões dos cursos de Manutenção industrial e Manutenção industrial e eletromecânica. A sua consecução visa o desenvolvimento de competências no qual envolve o estudo da função quadrática enquadrada no contexto da análise da qualidade de um aspersor de rega.

O desenho da situação-problema teve o apoio da indústria *Aquamatic - Sistema de Rega, S.A.*, empresa com filial em Leça da Palmeira - Portugal, dedicada à importação e comercialização de material para rega de espaços verdes e agricultura, bem como de material de montagem (tubagens e acessórios). A título de curiosidade esta empresa foi fundada em 1987 e conta com a representação exclusiva de duas marcas americanas, de entre as quais a *Rain Bird* fundada em 1933 na Califórnia. A *Rain Bird*, para além dos sistemas de rega agrícola, é, hoje, líder mundial em sistemas de rega para espaços verdes e rega de campos de golfe, com uma gama de mais de 4000 produtos, com distribuição em mais de 130 países.

### **Contexto da situação-problema de referência**

O aspersor de rega de impacto agrícola foi criado por Orton Englehart, um agricultor com plantações de citrinos na Califórnia do Sul, tendo este sistema revolucionado a indústria de produção de alimentos, lançando uma nova era na rega, a nível mundial. A 18 de Dezembro de 1933, Orton Englehart preencheu a patente número 1.997.901 para o seu novo dispositivo de rega descrito como *aspersor conduzido por braço de impacto horizontal ativado por mola*, sendo este sistema mais resistente na distribuição

da água a uma maior distância, de forma mais uniforme e eficiente comparativamente com outros sistemas existentes na época (Rain Bird, 2010).

### Situação-problema de referência:

Uma indústria de fabrico de aspersores de rega de impacto agrícola de pequena capacidade solicitou aos alunos de uma turma do Curso Profissional de Técnico de Manutenção Industrial que providenciassem um estudo sobre a qualidade de um aspersor de rega com as seguintes características.



Modelo: 14 DH Série (103513)  
 Tipo: OAN-1-15°  
 ½" Circuito de impacto agrícola  
 Ângulo de projeção 15°  
 Altura de elevação do aspersor de rega 0,85 m  
 Altura do aspersor de rega 0,15 m  
 Pressão da água  $\cong$  3,5 bares  
 2,78 mm 7/64"

Figura 6.3- Situação-problema de referência- Qualidade de um aspersor de rega

Num primeiro momento, a avaliação incide na natureza da situação-problema, ou seja, pretende-se aferir a existência de MM como metodologia de ensino e/ou como competência a desenvolver nos alunos. Assim, o primeiro critério presente no referencial de avaliação (Quadro 6.11) afere essa existência cujo indicador espelha a sua evidência em particular no estudo de funções.

Tendo em conta o entendimento dos autores consultados (Capítulo III, item 3.5), cuja opinião partilhamos, perspectiva-se a MM como o processo que tem origem num problema de análise, otimização e controlo de processos, estando implícito a determinação do modelo matemático para a sua resolução, isto é, é todo o processo de traduzir a linguagem do mundo real para uma linguagem matemática, onde as características pertinentes de um fenómeno são extraídas, com recurso a hipóteses e aproximações simplificadoras, representadas em termos matemáticos - o modelo.

Apresenta-se, pois, a concretização da avaliação da natureza da situação-problema tomada para exemplo (Figura 6.4):

**Existência** de modelação matemática:

Está implícita a determinação do *modelo matemático que estabelece a relação funcional entre as variáveis (distância na horizontal em metros e a altura da trajetória na mesma unidade de medida)* para o cálculo do alcance da água, um dos fatores que delibera a qualidade do aspersor de rega de impacto agrícola de pequena capacidade.

**Figura 6.4 - Avaliação da natureza da situação-problema de referência**

A pertinência da situação-problema constituiu outro aspeto a avaliar e que se sustenta no indicador que espelha a sua essência, isto é, para que uma situação-problema seja pertinente, tem de ser alusiva a fenómenos extraídos do mundo real e das profissões. Este princípio de contextualização constitui na perspetiva da COMAP (2010), Matos, Blum, Houston e Carreira (2001) e Ponte (2005), o ponto de partida para a Gestão Curricular da Matemática e mais em particular nos Cursos Profissionais de nível secundário, onde os temas abordados devem ser apresentados, ligados às necessidades reais ou como instrumentos para a sua compreensão. Refira-se que autores como Ollerton (1994) e Swetz e Hartzler (1991), já tinham enfatizado esta ligação.

A este respeito, Ponte (1992a) acrescenta que as conexões entre a Matemática e a realidade podem ser apresentadas segundo três formas distintas, entendidas como complementares, no decorrer do processo de ensino e aprendizagem. Assim, segundo o autor, a contextualização à realidade pode ser utilizada: (1) na introdução de novos conceitos ou ideias matemáticas; (2) como exemplo de aplicação de conceitos e ideias matemáticas na resolução de situações-problema (aplicações matemáticas) e (3) em atividades de MM. De acordo com o mesmo autor, o recurso a situações-problema, devidamente estruturadas e consubstanciadas em fenómenos reais, podem constituir uma base importante para a introdução e o desenvolvimento de conceitos e ideias matemáticas, desempenhando um papel motivador, sobretudo se o contexto da situação-problema for do interesse do aluno. Refere, ainda, que a realização de atividades de aplicação matemática bem estruturadas, em que os alunos recorram a conhecimentos abordados, desempenha um papel fundamental, devendo, por isso, integrar propostas frequentes, tanto para

consolidação de conhecimentos, como para a ampliação do domínio de estruturas e técnicas matemáticas utilizáveis numa multiplicidade de situações.

No prosseguimento, apresenta-se a avaliação da situação-problema de referência no que concerne à sua pertinência (Figura 6.5):

A situação-problema é **pertinente**:

Alusiva a fenómenos do mundo real e profissional - *Indústria de aspersores de rega de impacto agrícola de pequena capacidade (...)*

**Figura 6.5 - Avaliação da pertinência da situação-problema de referência**

A situação-problema citada reporta-se a um fenómeno real (rega de culturas agrícolas por pluviosidade insuficiente) e do mundo do trabalho empresarial, tratando-se da indústria de aspersores de rega, sendo esta situação-problema pertinente e adequada para integrar uma aula de Matemática, por exemplo, de um Curso Profissional de Técnico de Manutenção Industrial.

Apoiando-nos no entendimento de Ponte (2005), focámos também a atenção nas duas dimensões que o autor considera fundamentais no desenho de uma situação-problema: o *grau de desafio* e o *grau de estrutura*. O *grau de desafio* matemático diz respeito à perceção da dificuldade de uma questão, variando entre desafio reduzido (mais acessível) e desafio elevado (mais complexa). O grau de estrutura da situação-problema é uma dimensão que varia segundo o autor entre *fechado* - é claramente dito o que é dado (condições iniciais) e o que é pedido (objetivos) e *aberto* - permite aos alunos a seleção das estratégias e ferramentas matemáticas mais adequadas à resolução da situação-problema. Corroboramos a perspetiva de Allal (2004), quando adenda que uma situação-problema de estrutura aberta comporta um grau de indeterminação significativo em relação ao que é dado (condições iniciais) ou o que é pedido (objetivo) ou em relação a ambos.

Continuando na linha de pensamento de Ponte (2005), as situações-problema, envolvendo MM, inserem-se nas atividades de investigação que se caracterizam por um grau de desafio elevado e por uma estrutura aberta. Considera o autor que uma atividade de investigação sublinha processos matemáticos tais como procurar regularidades, formular, testar, justificar, demonstrar conjeturas e generalizar. Refere, ainda, que este tipo de

atividade matemática caracteriza-se pela complexidade das condições iniciais que não são totalmente claras e precisas na fase inicial da atividade, sendo considerada essa fase essencial na estruturação do problema, através da formulação e validação de conjeturas, com a identificação e tradução, por meio de objetos matemáticos, os elementos essenciais da situação-problema - 2.<sup>a</sup> fase do processo de MM (Ponte, 2001).

Apesar da significativa diversidade terminológica utilizada ao longo dos tempos para se referir à atividade de investigação (ver Pehkonen, 1997), ela permite o desenho de estratégias, a generalização de resultados, o estabelecimento de relações entre conceitos e áreas da Matemática e a sistematização de ideias e de resultados.

No quadro da investigação em sala de aula, o desafio é tornar essas atividades acessíveis a todos os alunos, pois, segundo Love (1988), devem possibilitar a oportunidade de os alunos:

- (1) Identificarem e selecionarem as estratégias e ferramentas adequadas à investigação;
- (2) Expressarem as suas ideias e desenvolvê-las durante a resolução de situações-problema;
- (3) Testarem as suas ideias e hipóteses argumentando com experiências relevantes;
- (4) Defenderem as suas próprias ideias e conclusões e sujeitá-las à crítica (p. 260).

Neste contexto o professor de Matemática deve focalizar a sua atenção na ênfase atribuída à investigação no currículo instituído, interpretando e adaptando, posteriormente, essas diretrizes às circunstâncias particulares, nomeadamente às características dos alunos e do contexto, à faixa etária, aos conhecimentos prévios dos alunos e às suas experiências em atividades de investigação.

Do exposto, o que nos parece ocorrer é uma preocupação na consecução dos objetivos institucionalizados, facto que pode resultar em situações-problema demasiado estruturadas, para as quais os alunos tendem a enfrentar como receitas a seguir e não como um procedimento reflexivo na procura das estratégias e ferramentas adequadas.

As palavras de Ollerton (1994) apresentam os aspetos que o autor considera essenciais na planificação de uma atividade de investigação:

- (1) Situação-problema adequada e geradora do trabalho pelos alunos;



- (2) Proporcionar oportunidades ricas de desenvolvimentos de uma variedade de habilidades e conteúdos;
- (3) Proporcionar oportunidades de os alunos explorarem ideias e concretizarem um processo contínuo de questionamento individual e coletivo;
- (4) Suportar diferentes tipos de intervenções (exposição e questionamento do professor e dos alunos);
- (5) Contemplar uma aprendizagem autónoma pelo aluno incumbindo-lhe maior responsabilidade;
- (6) Contemplar uma variedade de resultados, alguns dos quais podem ser inesperados;
- (7) Permitir que o conteúdo pré-determinado seja processado;
- (8) Ser consubstanciadas em fenómenos reais (p. 64).

Lampert (1990) apresenta um entendimento similar, chamando a atenção para o que considera ser o principal critério a ter em conta na seleção de situações-problema: devem incentivar os alunos a fazer e a testar conjecturas com discussão coletiva, potenciando a progressão de ideias das mais simples para as mais complexas e abstratas. Na opinião do autor supracitado, as investigações podem ocorrer de forma natural, permitindo que os alunos abordem conceitos, representações, ideias e procedimentos a partir dos seus conhecimentos prévios.

Perspetivamos que toda a investigação depende da escolha da situação-problema geradora, em função das diretrizes curriculares, das restrições do contexto, e dos objetivos valorizados pelo professor. Por este motivo, a criação e reformulação da situação-problema de modo a torná-la adequada exigem tempo e uma atitude investigativa por parte do professor, determinando essa postura a sua participação no processo da gestão do currículo, com a formulação de objetivos, metodologias, estratégias e reflexão sobre a sua implementação.

De acordo com o perspectivado por Chapman (1997), geralmente, a realização de uma investigação envolve três etapas básicas: (1) início da atividade; (2) desenvolvimento; e (3) discussão final. A fase inicial deve cumprir o objetivo do professor motivar e envolver os alunos na consecução da investigação. Na fase do desenvolvimento, o professor apoia os alunos, decorrente das questões que colocam, da representação que

fazem da informação dada, e da formulação, justificação e teste de conjeturas. Na fase final, os alunos deverão justificar os procedimentos, as estratégias utilizadas e quais as implicações que eles sugerem.

Christiansen e Walther (1986) enfatizam o encerramento da investigação numa apresentação e discussão dos resultados, onde o professor deve assumir o papel de moderador, sob pena de se ver ceifado o desenvolvimento da capacidade dos alunos para comunicar e argumentar matematicamente a solução aos outros.

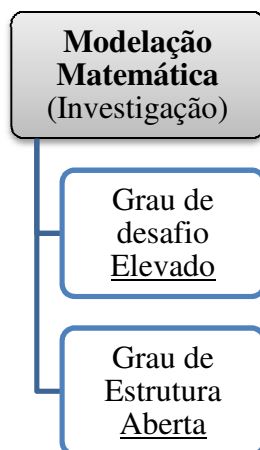
Pólya (1994) apresenta uma estrutura similar para um processo de investigação, a saber: (1) Compreensão e caracterização da situação-problema; (2) Planificação de um plano de resolução da situação-problema; (3) Execução do plano de resolução; (4) Reflexão sobre o trabalho realizado.

Consideramos que toda esta dinâmica exige um ambiente favorável à aprendizagem e estímulo da comunicação, pela variedade de papéis que os vários intervenientes assumem durante o processo. Salvaguardamos, no entanto, que uma situação-problema por si só pode não gerar uma investigação, devendo o professor assumir uma atitude flexível e reflexiva durante a sua implementação em sala de aula para, a partir daí, descortinar toda a teia de possíveis condicionalismos inerentes.

Uma questão de fundo se nos afigura neste contexto: Qual o posicionamento do professor face ao acompanhamento de uma atividade de investigação pelos alunos? A este respeito, consideramos a necessidade do professor procurar um equilíbrio, uma vez que explicitar demasiado os dados aos alunos pode incorrer na sua dependência, diminuindo-lhes o desafio e a motivação, por outro lado, a ausência em demasia dessa explicitação pode resultar na frustração e conseqüente abandono da investigação pelos alunos.

Jaworski (1994) acrescenta, a respeito do acompanhamento do professor, que esta dependência deve diminuir à medida que os alunos se tornam mais familiarizados com as atividades de investigação.

A figura 6.6 sintetiza as especificidades explanadas anteriormente:



**Figura 6.6 - Relação em termos do grau de desafio e do grau de estrutura de uma situação-problema de Modelação Matemática**

A Figura 6.7 apresenta a concretização da avaliação do grau de desafio e do grau de estrutura, da situação-problema de referência:

**Adequação** do grau de desafio (elevado) e grau de estrutura (aberta):  
 (...) a qualidade do aspersor de rega de impacto agrícola de pequena capacidade.

**Figura 6.7- Avaliação do grau de desafio e do grau de estrutura, da situação-problema de referência**

A situação-problema de referência assume uma estrutura aberta, uma vez que não há uma clareza relativa às condições iniciais e aos objetivos, nem invoca nenhuma orientação estratégica para a sua resolução. Assim, é incumbido ao aluno a seleção das estratégias e ferramentas que lhe pareçam mais pertinentes e adequadas à resolução do problema. Por outro lado, é de notar um grau de dificuldade apreciável, considerando tratar-se de uma situação-problema, enquadrada no 10.º ano de escolaridade, na qual os alunos terão de identificar as variáveis determinantes para a qualidade de um aspersor de rega de impacto agrícola.

Os pressupostos mencionados no discurso anterior, fundamentam o referencial de avaliação no que concerne à avaliação de uma situação-problema de natureza de MM (Quadro 6.9).

**Quadro 6.9 - Referencial de avaliação – Critérios e indicadores da sub-dimensão situação-problema de Modelação Matemática**

Referencial de avaliação				
		Critérios	Indicadores	Referentes
Situação-problema	Natureza	Existência de Modelação Matemática.	Tem origem num problema (de análise, otimização e controlo de processos), estando implícito a determinação do modelo matemático para a sua resolução.	(Bassanezi, 2002) (Biembengut M. S., 2007) (Matos, Blum, Houston, & Carreira, 2001) (Niss, 1991)
	Pertinência	Pertinência da situação-problema.	É alusiva a fenómenos do mundo real e profissional do curso (indústria).	(Burak & Kluber, 2007) (COMAP, 2010) (Matos, Blum, Houston, & Carreira, 2001) (OCDE, 2008) (Ponte, 2005)
	Grau de desafio	Adequação do grau de desafio da situação-problema.	Apresenta <i>desafio elevado</i> - não dispõe de um método imediato de resolução do problema, implicando a modelação prévia da situação-problema (dificuldade apreciável).	(Allal, 2004) (Ponte, 2005)
	Grau de estrutura	Adequação do grau de estrutura da situação-problema.	Apresenta <i>estrutura aberta</i> - comporta uma indeterminação da questão (não é explícito o que é dado - condições iniciais e/ou o que é pedido - objetivos), permitindo aos alunos a seleção das estratégias e ferramentas matemáticas.	

A existência de MM, explicitada no primeiro critério do referencial de avaliação (Quadro 6.9), orienta o prosseguimento da investigação para a avaliação das etapas do seu processo, cujos critérios e indicadores se explicitarão no quadro 6.10. A construção do referencial de avaliação inerente a essas etapas concretizou-se segundo as etapas explicitadas na secção 3.5.2 do capítulo III e, como já fora referido anteriormente, constituem o processo de MM adotado na presente investigação.

Para uma apropriação do referencial de avaliação no que concerne ao processo de MM, apresentar-se-á, para cada uma das etapas, um exemplo elucidativo da sua operacionalização, baseado na situação-problema de referência.

## 1.ª Etapa: Situação-problema do mundo real e das profissões

Após a leitura e interpretação atenta da situação-problema dever-se-á constatar a:

**Existência** de simplificação da situação-problema através de um enunciado claro.  
“É solicitada a relação matemática entre variáveis para se dar resposta ao problema (qualidade do aspersor de rega de impacto agrícola de pequena capacidade”.

Figura 6.8- Avaliação da concretização da 1.ª etapa do processo de Modelação Matemática

## 2.ª Etapa: Formulação de conjeturas

Para a expansão dos conhecimentos dos alunos no contexto da situação-problema (qualidade do aspersor de rega de impacto agrícola de pequena capacidade), o professor poderá propor a realização de uma investigação complementar alusiva.

**Visualização de um pequeno filme:**

[http://www.youtube.com/watch?v=MvHR\\_xg2eD8](http://www.youtube.com/watch?v=MvHR_xg2eD8)

**Websites:**

<http://www.rainbird.com/ag/support/impacts.htm>

<http://www.rainbird.pt/17-6182-Sistema-de-rega-agricola.php>

<http://www.rainbird.pt/17-6427-Historia-da-Empresa.php>

Figura 6.9 - Exemplo de investigação complementar alusiva no contexto da situação-problema

Propõe-se a consecução da situação-problema em pequenos grupos, tendo como suporte um mecanismo de rega por aspersão de impacto agrícola de pequena capacidade (com as características anteriormente definidas) ou a partir de um aspersor de rega já existente num terreno agrícola.

Recomenda-se para a recolha dos dados a utilização de um sensor CBR (*Calculator Based Ranger*), instrumento de movimento de ultra-sons, para medição, em particular, da distância na horizontal percorrida pela água em metros e a correspondente altura da trajetória da água na mesma unidade de medida.

Como extensão à situação-problema, cada grupo poderá fazer variar a pressão da água para posterior confronto dos modelos matemáticos determinados.

Na recolha dos dados deverão ser tomados os seguintes procedimentos:

#### **Procedimentos para a recolha de dados recorrendo ao CBR**

1. Ligar o CBR à calculadora gráfica;
2. Ligar a calculadora e executar o programa RANGER;
3. No MAIN MENU seleccionar APPLICATIONS seguido de ENTER;
4. Seleccionar para unidade de medida METERS;
5. No menu APPLICATIONS, seleccionar BALL BOUNCE;
6. Preparar o aspersor de rega (o CBR não deve ficar a uma distância inferior a 0,5 m do aspersor de rega);
7. Premir na calculadora ENTER para dar início à recolha dos dados.

**Figura 6.10 - Procedimentos para a recolha de dados**

O professor deve encorajar os alunos a analisarem e a refletirem o aspeto gráfico em termos físico e matemático do movimento, já que o gráfico criado, a partir dos dados recolhidos pelo CBR, é uma representação visual dessa relação.

A utilização de sensores para recolha de dados permite um grande sentido de propriedade dos dados pelos alunos, uma vez que participam no processo, dando-lhes o entendimento da relação entre os conceitos abordados e a resolução de situações-problema reais. A concretização da estruturação do problema, através da formulação e validação de conjeturas, com a identificação e tradução, por meio de objetos matemáticos, os elementos essenciais da situação-problema, deverá resultar nas ações que concretizam a segunda etapa do processo de MM e que se explanam na figura 6.11.

**Existência** de estruturação da situação-problema:

**(A) Levantamento de hipóteses:**

**1.ª Hipótese:** Que variáveis determinam a qualidade de um aspersor de rega de impacto agrícola?

Pressão da água (em bares); Alcance (em metros); Caudal da água ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

*Dado que a pressão da água foi fixada em 3,5 bares, a relação entre as três variáveis determina que se calcule o alcance da água através do modelo representativo da trajetória da água projetada pelo aspersor de rega.*

**2.ª Hipótese:** Que variáveis definem a trajetória da água para a determinação do seu alcance?

Distância na horizontal (metros);

Altura da trajetória (metros).

**3.ª Hipótese:** Qual a interpretação intuitiva da trajetória da água?

Uma parábola.

**(B) Identificação das constantes envolvidas:**

Altura da elevação do aspersor de rega 0,75 m; Altura do aspersor de rega 0,15 m; Altura da projeção do fluxo da água 1m; Ângulo de projeção da água  $15^\circ$ .

**(C) Generalização e identificação das variáveis a considerar:**

Distância na horizontal percorrida pela água em metros e a correspondente altura da trajetória em metros.

**(D) Seleção dos símbolos apropriados para as variáveis:**

x- Distância na horizontal (metros) y -Altura da trajetória (metros)

**(E) Descrição da relação entre as variáveis:**

A trajetória do movimento da água é definida segundo uma parábola, invocando o recurso à função quadrática. À medida que aumenta a distância percorrida na horizontal (m), aumenta a altura (m), até a água atingir a altura máxima (ordenada do vértice da parábola).

Figura 6.11 - Avaliação da existência de estruturação da situação-problema – 2.ª etapa do processo de Modelação Matemática.

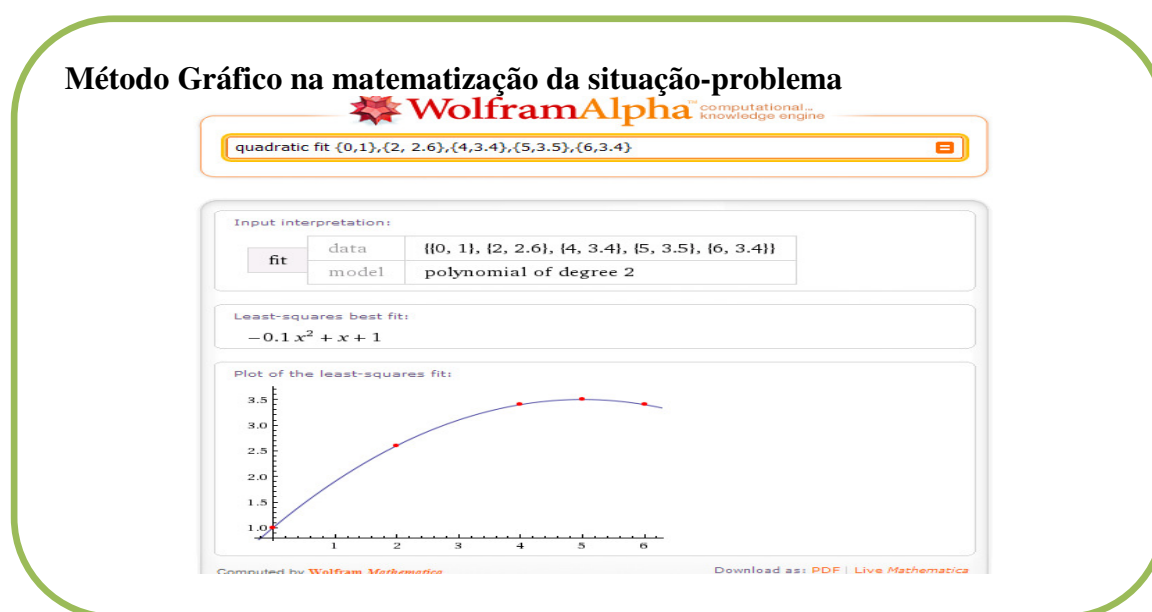
### 3.ª Etapa: Matematização da situação-problema

Por uma questão de ordem prática, vão ser usados dados discretos, a partir de um exemplo de dados recolhidos:

x-Distância na horizontal (m)	0	2	4	5	6
y-Altura da trajetória (m)	1	2,6	3,4	3,5	3,4

Os alunos darão início à matematização da situação-problema, após o professor ter tido a oportunidade de introduzir ou consolidar os conceitos inerentes à função quadrática já abordada no 3.º ciclo. A interpretação intuitiva do fenómeno em causa impele os alunos a recorrerem ao método gráfico. O recurso à calculadora gráfica ou ao computador (*software* adequado) revela-se essencial, visto que estes recursos constituem ferramentas de uso obrigatório na MM (COMAP, 2010).

Pela observação do gráfico de dispersão dos pontos, constata-se uma proximidade à relação quadrática entre as duas variáveis, incorrendo no modelo de regressão quadrática para ajustar os dados.



**Figura 6.12 - Método gráfico na matematização da situação-problema**

O uso da calculadora gráfica concretiza-se através dos seguintes procedimentos, que resultam na apresentação do modelo quadrático que se ajusta aos pontos de interpolação:

- (1) Na T1-83 Plus ou T1-84 Plus, introduzem-se os valores  $x$  e  $y$  respetivamente nas listas L1 e L2. Em seguida, pressionar STAT e escolher a opção 1: Edit;
- (2) Aceder novamente ao menu STAT e ao submenu CALC. Optar por 5: QuadReg e executar a instrução QuadReg L1, L2, Y1 (L1 e L2 estão acessíveis no teclado na tecla 2ND e Y1 está acessível na tecla VARS, submenu Y-VARS, opção 1:Function).



Postula COMAP (2010), que um adequado plano de matematização deve contemplar mais do que um ponto de vista (gráfico, numérico e algébrico), de modo que os diversos conteúdos possam ser consolidados. No cumprimento desta premissa, segue-se a comparação do modelo determinado pelo método gráfico e o modelo determinado pelo método algébrico (Figuras 6.13 e 6.14).

**Método Algébrico: (Num contexto introdutório)**

**Processo dos três pontos**

Considerando a equação geral de uma parábola:  $y = ax^2 + bx + c, a \neq 0$

Cálculo dos coeficientes a, b e c

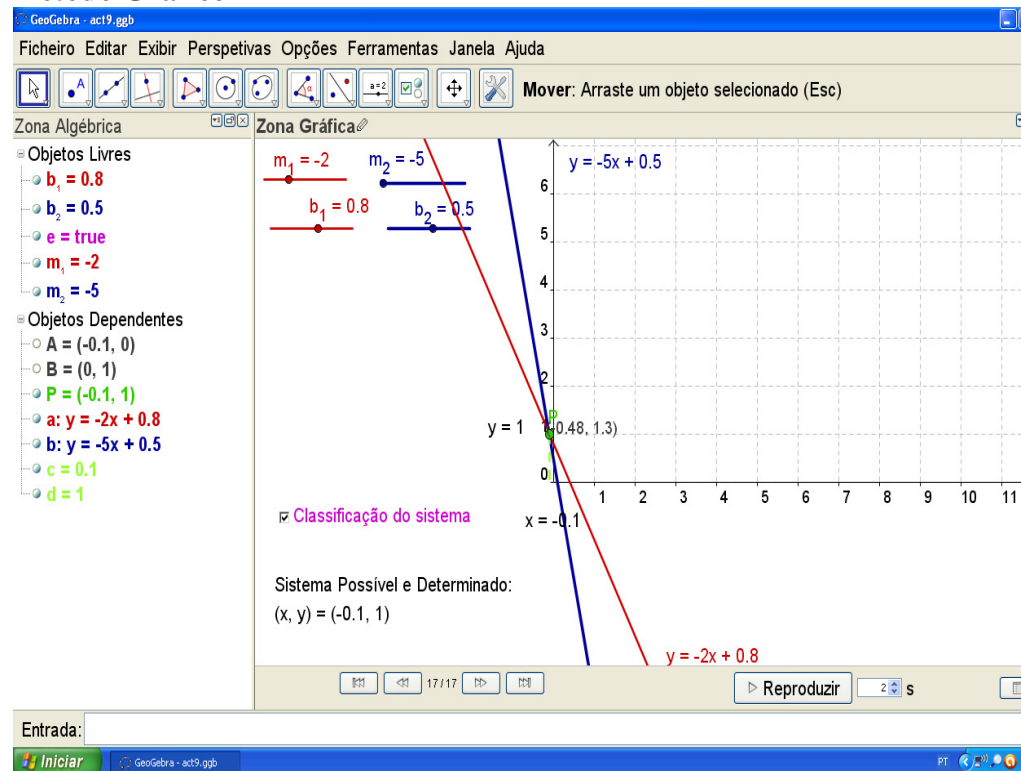
A curva intersecta o eixo vertical em aproximadamente  $y = 1$  (quando  $x = 0, y = 1$ ). Sendo,  $c = 1$   $y = ax^2 + bx + 1$

Considerando dois outros pontos

O ponto (2;2,6)       $2,6 = a(2)^2 + 2b + 1 \Leftrightarrow 1,6 = 4a + 2b$

O ponto (5;3,5)       $3,5 = a(5)^2 + 5b + 1 \Leftrightarrow 2,5 = 25a + 5b$

**Método Gráfico**



**Modelo matemático:  $y = -0.1x^2 + x + 1$**

Figura 6.13 - Método algébrico e método gráfico na matematização da situação-problema

Ou

**Método Algébrico (Num contexto de desenvolvimento e/ou consolidação)  
Coordenadas do vértice da parábola**

Considerando que:

$$y = a(x-h)^2 + k \quad V(h,k)$$

Sendo  $V(5,3.5)$  e  $P(0,1)$  vem

$$1 = a(-5)^2 + 3,5 \Leftrightarrow a = -0.1$$

Logo,

$$y = -0.1(x-5)^2 + 3,5 \Leftrightarrow y = -0.1x^2 + x + 1$$

**Modelo matemático:  $y = -0.1x^2 + x + 1$**

**Figura 6.14- Método algébrico na matematização da situação-problema – Vértice da Parábola**

#### 4.ª Etapa: Resolução matemática do problema

Apresentam-se alguns exemplos de questões exploratórias, no contexto situação-problema, a trabalhar com os alunos e que traduzem a:

**Existência** de resolução de um problema:

- ✓ **O alcance da trajetória da água;**
- ✓ A altura do aspersor de rega;
- ✓ Altura máxima atingida pela água
- ✓ ...

**Figura 6.15 - Questões de desenvolvimento no contexto da situação-problema de referência.**

Como explicitado anteriormente, a resolução do problema subentende o cálculo do alcance da água, que se passa a apresentar (Figuras 6.16 e 6.17), e no qual se recorreu a dois métodos distintos:

**Questão exploratória:**

Alcance da trajetória da água (Distância na horizontal até ao instante em que a água toca no solo).

**Método Algébrico**

$$y = -0.1x^2 + x + 1$$

Zeros da função

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \Leftrightarrow x = \frac{-1 \pm \sqrt{1^2 - 4(-0.1)(1)}}{2(-0.1)} \Leftrightarrow x = \frac{-1 \pm \sqrt{1.4}}{-0.2}$$

$$\Leftrightarrow x = \frac{-1 + \sqrt{1.4}}{-0.2} \vee x = \frac{-1 - \sqrt{1.4}}{-0.2}$$

The image shows a digital calculator interface with a grid of buttons for numbers, mathematical operations, and functions. Below the keypad is a table with two columns: 'Expressão' and 'Resultado'. The first row shows the expression  $(-1 - \text{raiz}(1.4)) / (-0.2)$  resulting in 10.92. The second row shows the expression  $(-1 + \text{raiz}(1.4)) / (-0.2)$  resulting in -0.92.

Expressão	Resultado
$(-1 - \text{raiz}(1.4)) / (-0.2)$	10.92
$(-1 + \text{raiz}(1.4)) / (-0.2)$	-0.92

**Solução:  $x \cong -0,92$  v  $x \cong 10,92$**

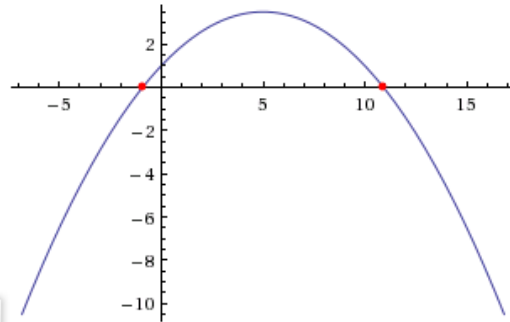
Figura 6.16 - Resolução do problema pelo método algébrico.

**Método gráfico**

Input:

$$-0.1x^2 + x + 1 = 0$$

Root plot:



Alternate form:

$$-(0.316228x - 3.45197)(0.316228x + 0.28969) = 0$$

Alternate form assuming  $x$  is real:

$$(1 + 0.1i) - 0.1x^2 + x = 0$$

Solutions:

$$x \approx -0.91608$$

$$x \approx 10.9161$$

Figura 6.17 - Resolução do problema pelo método gráfico.

**5.ª Etapa: Interpretação da solução**

Relembre-se que nesta etapa os alunos procederão à verificação da garantia da resolução do problema de acordo com as hipóteses definidas na 2.ª etapa. Assim, os alunos deverão interpretar a solução à luz do contexto do problema.

**Existência** de interpretação da solução:

Considere-se para solução  $x \approx 10,92$  por se tratar de uma distância

**Resposta:** O alcance da trajetória da água é de aproximadamente  $x \approx 10,92$  metros.

Figura 6.18 - Avaliação da existência da interpretação da solução à luz do contexto do problema.

## 6.ª Etapa: Validação do modelo

Matos (1995) postula a MM, como um processo dinâmico que envolve diversas etapas e por vezes ciclos até ao aperfeiçoamento e robustez de um modelo que traduza uma situação particular.

Neste cumprimento, sugere-se a validação do modelo que pode consistir na determinação de outro modelo, seguido do cálculo do coeficiente de determinação (mede a quantidade de variabilidade explicada por  $x$ ), para posterior análise da sua representatividade. O parâmetro  $r^2$  representa o coeficiente de determinação que quantifica a qualidade do ajustamento. Um bom ajustamento do modelo deve refletir-se no valor de  $r^2$  próximo de 1.

**Existência** de análise do nível de representatividade do modelo:

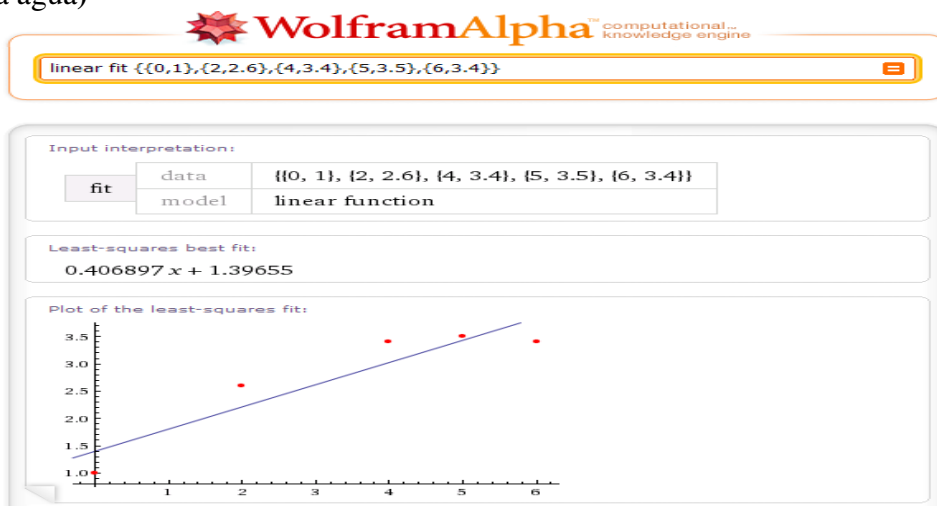
### Regressão Quadrática

Modelo:  $y = -0.1x^2 + x + 1$

Regressão perfeita

Coeficiente de determinação:  $r^2 = 1$

**Regressão Linear** (modelo menos adequado ao fenómeno físico da trajetória da água)



Modelo:  $y = 0,41x + 1,4$

Coeficiente de determinação:  $r^2 \cong 0,86$

Figura 6.19 - Regressão quadrática e regressão linear.

**Regressão Cúbica**  
 Modelo:  $y = 9,28 \times 10^{-5} x^3 - 0,1x^2 + x + 1$   
 Coeficiente de determinação:  $r^2 = 0,99$

Figura 6.20 - Regressão cúbica

Observa-se que o modelo representativo da situação-problema é o resultante da regressão quadrática  $y = -0,1x^2 + x + 1$ . Considera-se, no entanto, uma elevada representatividade do modelo resultante da regressão cúbica.

Com o propósito de testar a qualidade do aspersor de rega de impacto agrícola de pequena capacidade, dever-se-á consultar a tabela que sintetiza os elementos de referência. Neste caso particular:

Bar	Nozzle 1,98 mm 5/64"		Nozzle 2,38 mm 3/32"		Nozzle 2,78 mm 7/64"	
	Rad. m	Flow m <sup>3</sup> /h	Rad. m	Flow m <sup>3</sup> /h	Rad. m	Flow m <sup>3</sup> /h
1,4	7,0	0,18	8,1	0,26	8,4	0,35
1,5	7,3	0,19	8,3	0,27	8,6	0,37
2,0	8,3	0,22	9,1	0,31	9,4	0,42
2,5	8,7	0,24	9,5	0,35	9,8	0,47
3,0	9,2	0,27	9,9	0,38	10,4	0,54
3,5	9,6	0,31	10,4	0,41	10,9	0,60

Sendo as características específicas do aspersor de rega para uma pressão de 3,5 bares, o alcance máximo deverá ser, em média, 10,9 metros, um dos critérios que determina a qualidade do aspersor testado, que apresenta um valor de 10,92 metros.

Figura 6.21- Dados de *performance* de um aspersor de rega de impacto agrícola de pequena capacidade. In Aquamatic.

Proceder-se-á à recolha da água para quantificação do seu caudal por constituir outro fator determinante na qualidade do aspersor, tendo por base os dados descritos na figura anterior (Figura 6.21).

Para o estudo da função implícita no modelo representativo da situação-problema, recomenda-se a utilização de uma *software* de geometria, por exemplo o GeoGebra:

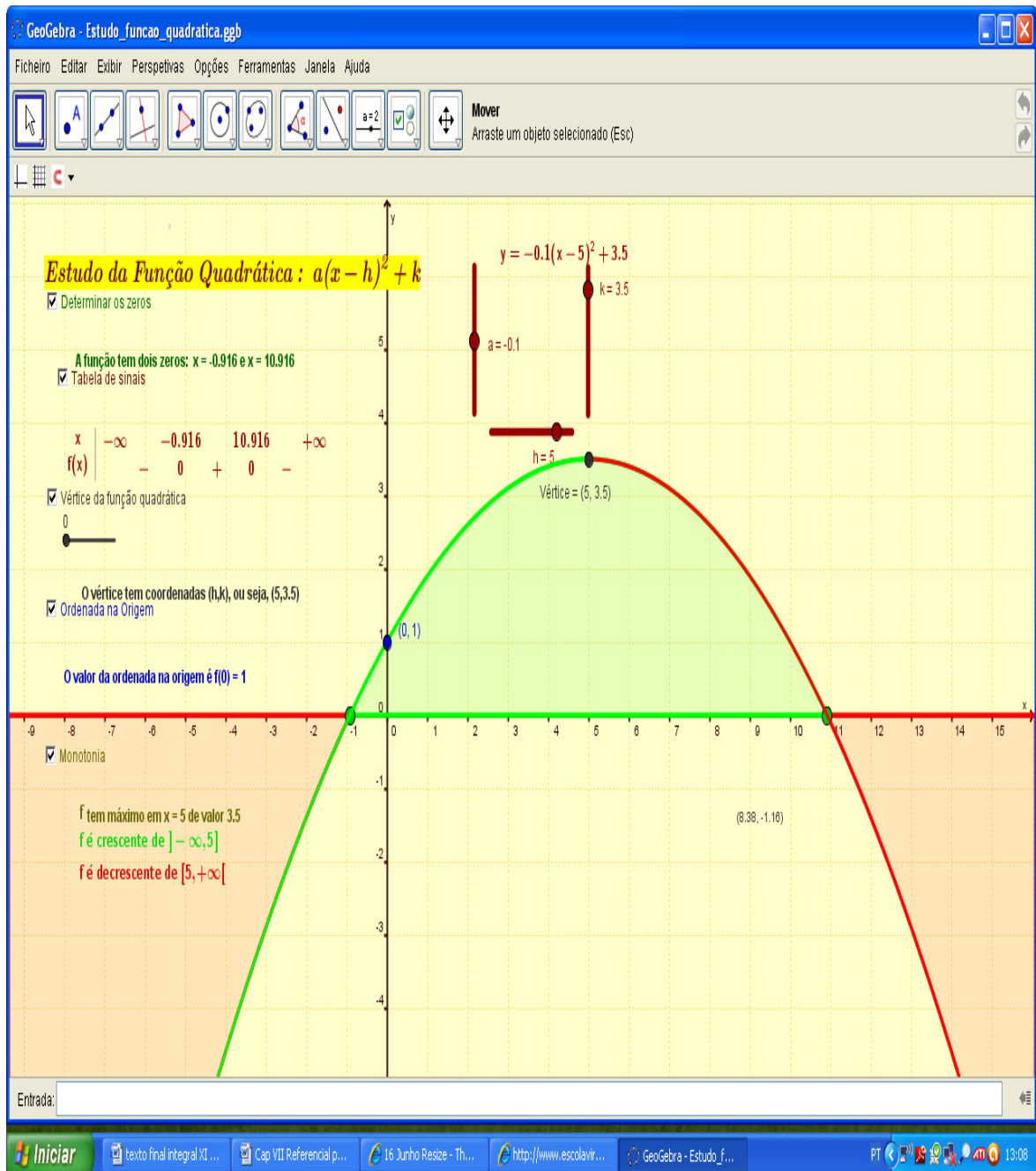


Figura 6.22- Aplicação do *software* de geometria dinâmica GeoGebra no estudo da função  $y = -0.1x^2 + x + 1$ .

Recomenda-se a oportunidade de explorar as transformações da função quadrática por variação de parâmetros (Figura 6.23):

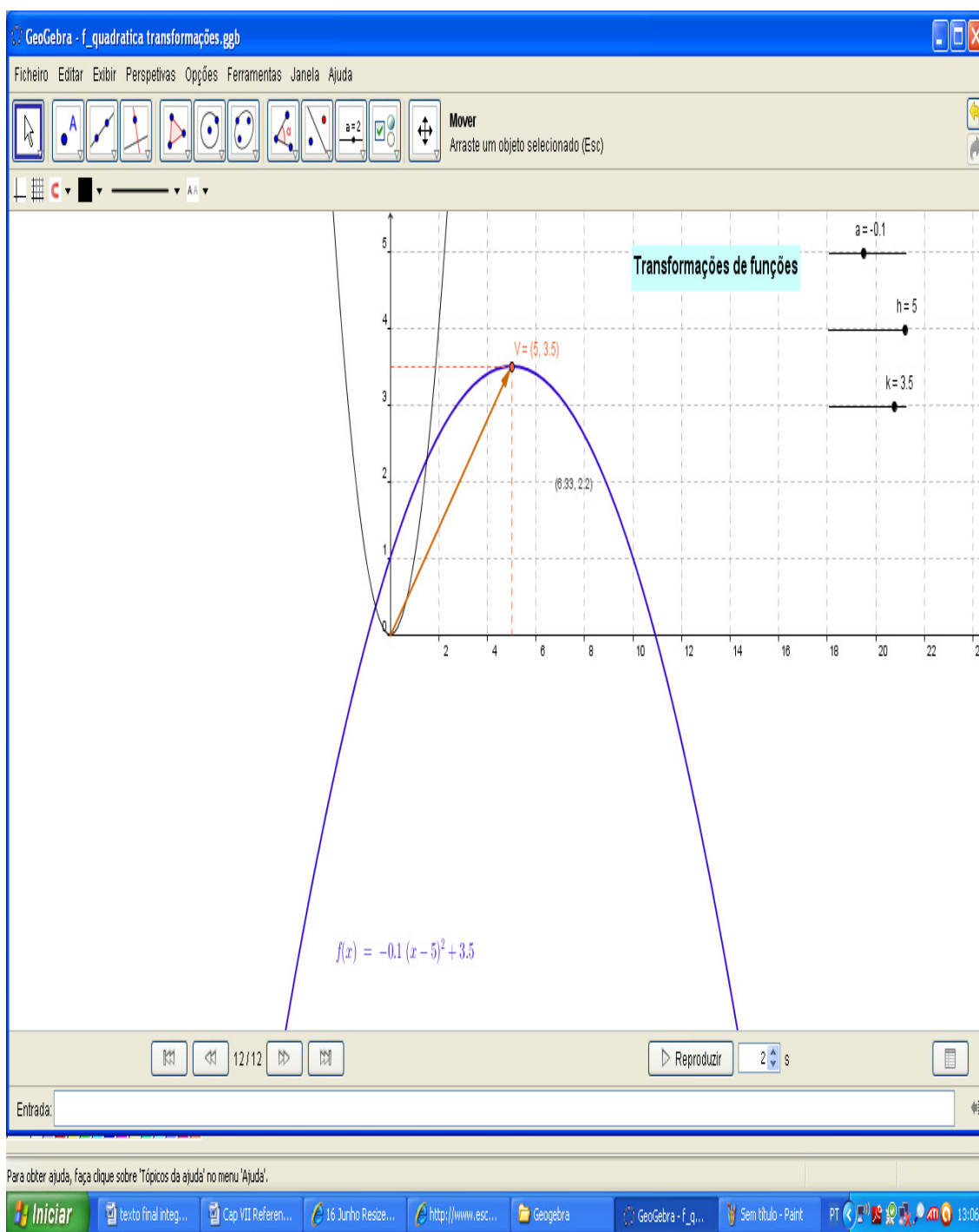


Figura 6.23 - Aplicação do *software* de geometria dinâmica, GeoGebra, no estudo de transformações.



Como extensão à situação-problema, deve ser aproveitada a oportunidade de revisitar a resolução de inequações do 2.º grau.

Apresenta-se a seguinte questão para investigação, a título de exemplo: *Em que instantes a trajetória da água se encontra a uma altura superior a 3 metros do solo?*

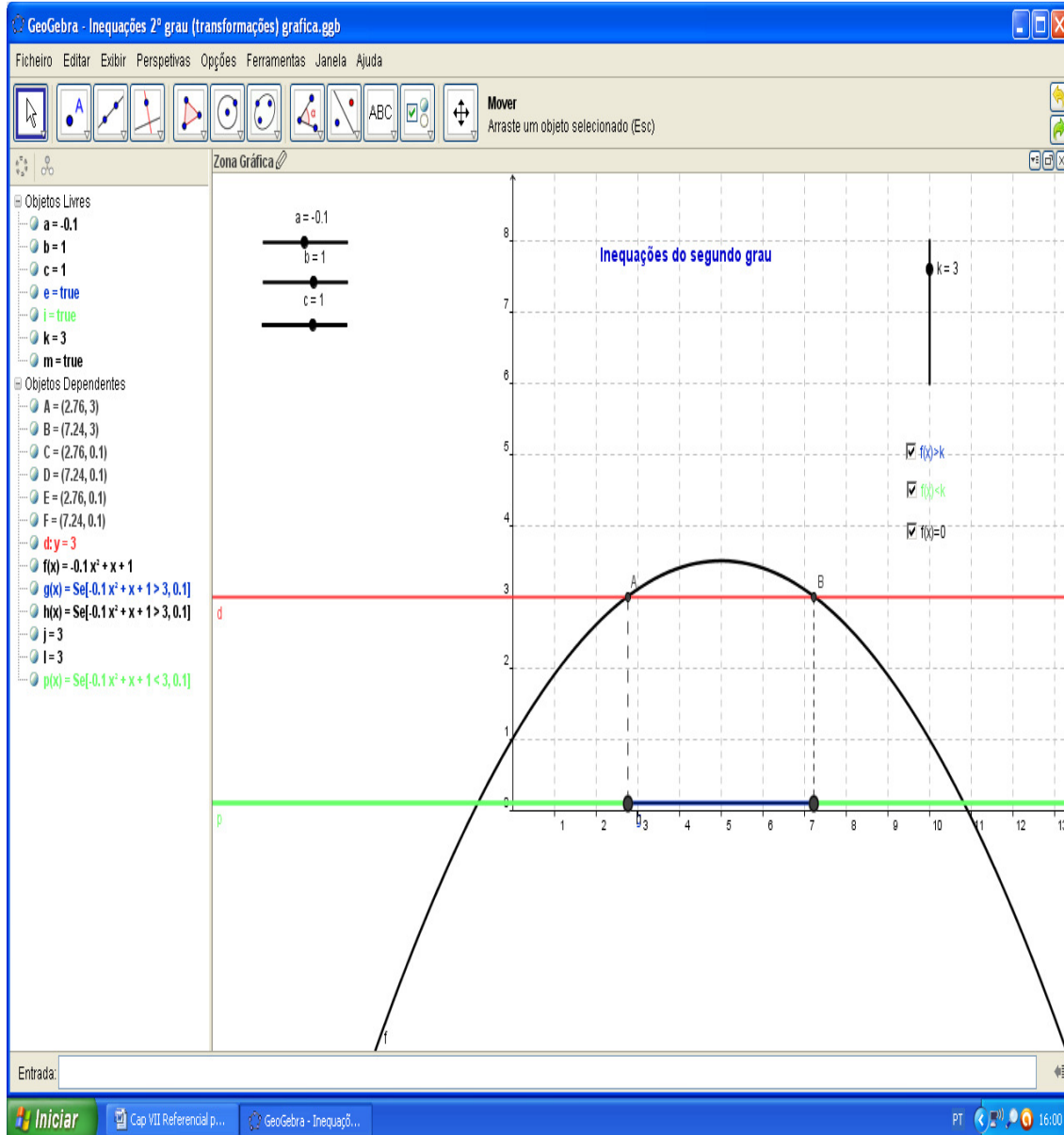


Figura 6.24 - Aplicação do software de geometria dinâmica, GeoGebra, na resolução de inequações do 2.º grau

### 7.ª Etapa: Elaboração de relatório

A comunicação oral ou escrita proporciona nos alunos a estruturação do seu pensamento, através da reflexão sobre o trabalho desenvolvido. Neste sentido, o saber

comunicar matematicamente deve ser o resultado de uma prática de encorajamento e apoio através de atividades nas aulas de Matemática que promovam esta competência (NCTM, 2007).

No contexto da situação-problema de referência, propõe-se a elaboração de um relatório, cujo objetivo é a exposição escrita dos factos vivenciados mediante pesquisas ou a exposição descritiva e crítica da execução do processo de MM. Estes procedimentos sustentam o grau de adequação epistémico, invocado no EOS (Godino, Batanero & Font, 2007). A figura 6.25 mostra exemplos de itens a considerar no relatório dessa natureza.

**Exemplo de itens a integrar no corpo do relatório**

1. Apresentação da situação-problema;
2. Descrição dos procedimentos para recolha dos dados;
3. Tabela de apresentação dos dados recolhidos;
4. Hipóteses consideradas;
5. Descrição e fundamentação do processo de matematização;
6. Resolução do problema;
7. Considerações finais.

Figura 6.25 - Exemplo de itens a integrar no corpo de um relatório.

Apresentam-se os critérios e indicadores que suportam a avaliação da GCM nos CPIII, inerentes ao processo de MM (Quadro 6.10), ilustrados nos exemplos anteriormente em cada etapa.

Quadro 6.10 - Referencial de avaliação - Critérios e indicadores das etapas do processo de Modelação Matemática

Referencial de Avaliação					
Situação-problema	Processo de Modelação Matemática		Critérios	Indicadores	Referentes
		1.ª Etapa Situação-problema do mundo real e das profissões	Existência de simplificação da situação-problema através de um enunciado claro.	O fenómeno é interpretado com a clarificação das informações relevantes e não relevantes.	(Biembengut, M., & Hein, N., 2007). (Burak, D., & Kluber, T., 2007). (COMAP, 2010) (Ponte, 2005) (Torres, 2007)
		2.ª Etapa Formulação de conjeturas	Existência de estruturação da situação-problema.	A estruturação da situação-problema contempla:  A. Levantamento de hipóteses; B. Identificação das constantes envolvidas; C. Generalização e identificação das variáveis a considerar;	

<b>Processo de Modelação Matemática</b>			D. Seleção dos símbolos apropriados para as variáveis; E. Descrição das relações entre as variáveis.
	<b>3.ª Etapa Matematização da situação-problema</b>	<b>Existência</b> de autonomia na consecução do plano de matematização.	O plano de matematização da situação-problema delibera autonomia ao aluno (não há intervenção do professor).
		<b>Adequação</b> do plano de matematização	O plano de matematização contempla o confronto dos modelos determinados, por pelo menos dois dos métodos; numérico, algébrico ou gráfico.
	<b>4.ª Etapa Resolução Matemática do problema</b>	<b>Existência</b> de resolução de um problema.	O modelo matemático é manuseado para a resolução de um problema no contexto da situação.
		<b>Adequação</b> dos procedimentos de resolução do problema.	Os procedimentos adotados e consubstanciados no modelo matemático, na resolução do problema, são corretamente justificados.
	<b>5.ª Etapa Interpretação da solução</b>	<b>Existência</b> de interpretação da solução.	A interpretação da solução é feita à luz do contexto da situação-problema.
	<b>6.ª Etapa Validação do modelo</b>	<b>Existência</b> de validação do modelo.	A análise da representatividade do modelo (torna explícitas as hipóteses e as condições iniciais, previamente definidas na 2.ª etapa) segue os seguintes procedimentos: (1) Simulação da situação-problema (inclusão ou não de novas variáveis); (2) Adoção de um novo modelo; (3) Cálculo do erro de aproximação; (4) Análise dos conceitos matemáticos utilizados.
<b>7.ª Etapa Elaboração do relatório</b>	<b>Existência</b> de relatório descritivo e reflexivo.	O relatório contempla a descrição e fundamentação dos procedimentos adotados no ciclo de Modelação Matemática.	

Situações-problema de natureza exclusivamente de aplicação matemática são caracterizadas pelo manuseamento do modelo previamente apresentado pelo professor (COMAP, 2010; Ponte, 1992b), restringindo-se o seu processo à concretização das etapas, 4.<sup>a</sup> e 5.<sup>a</sup>, constituindo a aplicação matemática parte integrante da MM.

De acordo com Ponte (2005), as situações-problema, qualquer que seja a sua natureza, devem privilegiar conexões entre os distintos conteúdos da Matemática e com conteúdos de outras disciplinas do plano de estudos.

Esta perspetiva é enfatizada pela NCTM (2007) que perspetiva o currículo coerente, onde as ideias matemáticas se devem apresentar relacionadas entre si. Neste sentido, os diversos temas matemáticos não podem ser abordados de forma independente mas sim interrelacionados, resultando em situações-problema ricas, dada a aplicação de uma vasta diversidade de ferramentas e compreensões matemáticas.

Neste âmbito, perspetivamos a concretização de conexões intra-matemáticas para que os alunos entendam que os diversos temas são aspetos complementares de uma mesma realidade, ao mesmo tempo que ampliam e consolidam um dado conceito, sempre que ele é reencontrado. Por outro, o estabelecimento de conexões com disciplinas que integram, em particular no ensino profissional, a componente de formação sociocultural, de formação científica e de formação técnica (explicitadas no capítulo II), concorrem para uma visão utilitária da Matemática. Deste modo, a proposta de situações-problema, adequadas a cada curso profissional, constitui um procedimento crucial para a tomada de consciência, por parte dos alunos, da necessidade da educação e formação ao longo da vida como cidadãos e futuros profissionais.

Os pressupostos acima expressos reiteram a teoria ausubeliana (explicitada no capítulo II), pelo facto do desenvolvimento dos conceitos ocorrer de forma mais consistente, quando a aquisição dos conceitos mais específicos é feita progressivamente em termos de complexidade e especificidade a partir dos conceitos mais gerais, sedimentando a sua aquisição que, certamente resultará numa aprendizagem mais significativa. Acresce o facto de uma aprendizagem descontextualizada da realidade não permitir ou permitir uma fraca consolidação de novos conhecimentos na estrutura cognitiva do aluno, potenciando o risco do seu esquecimento (ICMI-ICIAM, 2008; OCDE, 2008).

O recurso à MM permite que ocorram aprendizagens significativas, ao trazer as vivências dos alunos para a sala de aula, permitindo ao professor integrar as

especificidades dos alunos a conteúdos matemáticos de forma intra e interdisciplinar. Esta metodologia de ensino potencia uma aprendizagem mais interativa e autónoma por parte do aluno, na construção de conhecimentos com significados reais, uma vez que, segundo o EOS, determinam um maior grau de adequação cognitiva e emocional (Godino, Batanero & Font, 2007).

Em consonância com os argumentos acima apresentados, apresentam-se nos quadros 6.11 e 6.12 os critérios e indicadores que definem a existência e a abrangência de conexões estabelecidas em situações-problema de natureza de MM.

O critério de abrangência suporta a avaliação da teia de conexões que será tão mais rica quanto a diversidade de disciplinas e componentes de formação que integra.

**Quadro 6.11: Referencial de avaliação - Critérios e indicadores de conexões intra-matemáticas**

Referencial de Avaliação				
Conexões intra-matemáticas	Conteúdos do currículo de Matemática	Critérios	Indicadores	Referentes
		Existência de conexão com outro conteúdo do currículo de Matemática.	A articulação contempla conexões com outro conteúdo do currículo de Matemática.	(Godino, Batanero & Font, 2007) (ICMI-ICIAM, 2008)
		Abrangência de conexões com outros conteúdos do currículo de Matemática.	A articulação contempla conexões com, pelo menos, dois conteúdos da Matemática.	(NCTM, 2007) (Ponte, 2005) (OCDE, 2008)

Apresentam-se, de seguida, alguns exemplos de conexões intra-disciplinares atendendo à situação-problema de referência (Figura 6.26).

### Conexões intra-matemáticas

- Resolução de sistemas de duas equações do 1.º grau e classificação do sistema, abordadas no 3.º ciclo;
- Casos notáveis da multiplicação em relação à adição, abordados no 3.º ciclo;
- A determinação do alcance do arco, que define a trajetória da água projetada por um aspersor de rega, pressupõe o cálculo do zero da função - conexão com resolução de equações do segundo grau, com recurso à fórmula resolvente, abordada no 3.º ciclo.

**Figura 6.26 - Exemplo de conexões intra-matemáticas**

Quadro 6.12 - Referencial de avaliação - Critérios e indicadores de conexões interdisciplinares

Referencial de Avaliação				
Conexões interdisciplinares	Componente de formação sociocultural	Critérios	Indicadores	Referentes
		Existência de conexões com disciplinas de uma componente de formação.	A articulação contempla conexões com disciplinas que integram uma componente de formação do curso.	(Godino, Batanero & Font, 2007)
	Componente de formação científica	Existência de conexões com a componente de formação técnica do curso	A articulação contempla conexões com disciplinas que integram a componente de formação técnica do curso	(Godino, Font & Wilhelmi, 2006)
	Componente de formação técnica	Abrangência de conexões com disciplinas de várias componentes de formação.	A articulação contempla conexões com disciplinas que integram, pelo menos, duas componentes de formação do curso.	(ICMI-ICIAM, 2008) (OCDE, 2008) (Ponte, 2005)

Apresentam-se, pois, alguns exemplos de conexões interdisciplinares atendendo à situação-problema de referência (Figura 6.27).

### Conexões interdisciplinares

#### (1) Componente de formação sociocultural

**Língua Portuguesa** - Elaboração do relatório final;

**Educação Física** - Lançamento de dardos, pesos, bolas de basquete, voleibol, chute no futebol;

**História** - Contextualização dos movimentos dos projéteis com catapultas e canhões utilizados em guerras narradas na História;

**Tecnologias da Informação e Comunicação** – Aprendizagem de ferramentas diversificadas na ótica do utilizar, indispensáveis ao sucesso pessoal e profissional.

**Módulo 2: Utilização da Internet** – Finalidade e domínios da Internet;

**Módulo 3: Processamento de texto** - Ferramenta de introdução aos aplicativos das TIC;

**Módulo 5: Folha de cálculo** - Finalidades funcionais e domínios da folha de cálculo.

**Área de Integração – Unidade Temática 3** – O mundo do trabalho.

#### (2) Componente de formação científica

**Física e Química** - Lançamentos de projéteis. Discussão com os alunos acerca das limitações do modelo científico estudado e sua aplicação nestas situações do quotidiano; Estudo unidimensional com velocidade constante e unidimensional com aceleração constante e introdução ao movimento no plano (Ministério da Educação, 2007).

#### (3) Componente de formação técnica

**Tecnologia e Processos** - Estudo do mecanismo dos aspersores de rega, também designados por *sprinklers* e transmissão e transformação de movimento.

**Desenho Técnico** – Desenho esquemático de um aspersor de rega (ampliação e redução de desenhos) (Ministério da Educação. 2005. n. 9).

Figura 6.27: Exemplo de conexões interdisciplinares.

De salientar, por exemplo, conexões interdisciplinares da situação-problema com disciplinas que integram o plano de estudos do curso (Física e Química e Desenho Técnico) (Figuras 6.28 e 6.29):

**Física e Química (Componente de formação científica)**

O estudo do movimento de um corpo é um tema comum no estudo da Física (módulo F1 Movimento e Forças). As duas ideias estruturantes a desenvolver no módulo F1 são a descrição gráfica e analítica das variações de posição e velocidade de um corpo e a relação das forças com as variações de velocidade de um corpo através dos conceitos da Dinâmica (Ministério da Educação, 2007).

Geralmente esse movimento é expresso por uma fórmula particular da função quadrática, para uma aceleração constante:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

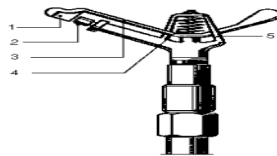
x indica a posição de um objeto no tempo t;  
 a indica a aceleração;  
 v<sub>0</sub> indica velocidade inicial;  
 x<sub>0</sub> indica a posição inicial.

Na equação quadrática  $y = ax^2 + bx + c$

y representa a distância do CBR ao objeto em função do tempo x, se a posição do objeto for c, a velocidade b com uma aceleração 2<sup>a</sup>.

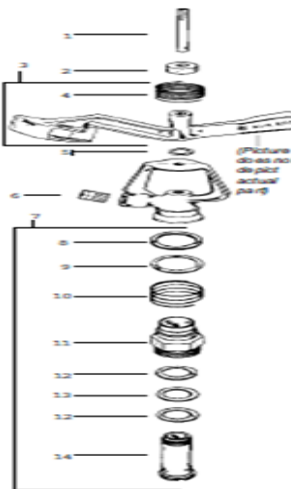
Figura 6.28: Estudo do movimento de um corpo

**Desenho Técnico (Componente de formação técnica)**



Escala 1/3

1-Deflector; 2- Bico; 3- Braço oscilante; 4- Mola de chamada; 5- Batente



- 1. Pino Central
- 2. Anilha distanciamento
- 3. Conjunto completo do braço
- 4. Mola do braço
- 5. Anilha do braço
- 6. Bico
- 7. Conjunto de mecanismo de rotação
- 8. Anilha vedante branca
- 9. Anilha vedante de metal
- 10. Mola do mecanismo de rotação
- 11. Braço do mecanismo de rotação
- 12. Anilha vedante de plástico
- 13. Anilha de desgaste
- 14. Braço principal do mecanismo de rotação

Figura 6.29: Desenho esquemático do aspersor de rega de impacto agrícola - Modelo DH.

Os critérios e indicadores que se irão explicitar no quadro 6.15 retratam a existência de fatores condicionantes de índole material que suportam ou restringem a o ensino e aprendizagem da Matemática (Godino, Batanero & Font, 2007).

Assim, no que concerne aos factores condicionantes de índole material, a ênfase atribuída ao uso das tecnologias (calculadoras, computadores, sensores, entre outros), há muito que foi reconhecido (Goos & Bennison, 2008), sendo a sua utilização recomendada em diversos documentos (ver, por exemplo, APM, 1988 ou NCTM, 2000).

Desta forma, impõe-se que devem ser os professores quem mais deve promover o uso destas ferramentas ao serviço do ensino da Matemática, incluindo, nas suas aulas, momentos adequados para o seu uso (Godino, Batanero & Font, 2007; Matos, 1997; Philipp, 2007; Silva, Pinto, & Balsa, 2000).

O recurso às tecnologias constitui um dos princípios formulados pela NCTM (2000) que sustenta ser essencial o uso destas ferramentas no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, por ser um meio de promover um clima favorável ao ensino incrementando a aprendizagem nos alunos. Neste sentido, a mesma fonte recomenda vivamente que as escolas se apetrechem destas ferramentas para assegurar que todos os alunos tenham acesso ao potencial das tecnologias, para desenvolverem a compreensão, interesse e proficiência Matemática.

Esta perspetiva ganha ainda mais relevo quando se reporta à resolução de situações-problema em particular as de natureza de MM (Godino, Batanero & Font, 2007; Torres, Coutinho, & Fernandes, 2008). Neste contexto, Godino, Batanero e Font (2007) consideram que o uso das calculadoras gráficas e demais ferramentas tecnológicas, tais como sistemas de cálculo algébrico, *software* de geometria dinâmica, dispositivos de apresentação interativa, sensores, entre outros, são componentes que determinam um ensino de Matemática de alta qualidade.

Atendendo à recomendação, apresenta-se exemplos de recursos a integrar na realização da situação-problema de referência (Figura 6.30):



**Recursos**

Mecanismo de rega com as especificidades apresentadas:

- Sensores CBR e respetivos cabos de ligação;
- Calculadoras Gráficas;
- Computador - Folha de cálculo: Excel; - *Software* Geogebra ou outros;
- *View-Screen*.

**Figura 6.30 - Recursos a utilizar na resolução da situação-problema de referência.**

A avaliação dos fatores condicionantes de índole material fundamenta-se nos critérios e indicadores explicitados no quadro 6.13:

**Quadro 6.13 - Referencial de avaliação - Critérios e indicadores dos fatores condicionantes de índole material**

Referencial de Avaliação					
Fatores condicionantes	Índole material	Tecnologias	Critérios	Indicadores	Referentes
			<b>Existência</b> de tecnologias na escola.	São disponibilizadas, na escola, tecnologias, em qualidade e quantidade necessárias.	(APM,1988) (Goos & Bennison,2008) (Godino, Batanero & Font, 2007)
			<b>Existência</b> de tecnologias na sala de aula.	São disponibilizadas, na sala de aula, tecnologias, em quantidade e qualidade necessárias, ao acesso periódico por todos os alunos.	(Matos J., 1997) (NCTM,2000) (Philipp,2007) (Silva, Pinto, & Balsa, 2000)
			<b>Existência</b> de integração de tecnologias.	As metodologias integram uma diversidade de tecnologias.	

Para complementar a avaliação de fatores condicionantes definiram-se critérios e indicadores explicitados no quadro 6.14 que determinam a existência de fatores de índole social e outros que influenciam o processo de ensino e de aprendizagem (Godino, Batanero & Font, 2007).

As três sub-dimensões, formação contínua de professores, dinâmicas da escola e fatores de índole social ou outros, que aludem a condicionalismos que determinam e

justificam as metodologias adotadas, constituem objeto de interesse no âmbito dos fatores condicionantes da GCM no presente estudo. Relembre-se que saber reconhecer o sistema de normas sociais e disciplinares, que restringem e condicionam o desenvolvimento de processos de estudo matemático e fornecem explicações plausíveis para os fenômenos didáticos, constitui uma das competências didáticas do professor de Matemática (Godino, Batanero & Font (2007).

O nível crescente de ligação da formação ao meio envolvente e às necessidades da comunidade educativa deve ser um dos princípios essenciais da Gestão Curricular nos Cursos Profissionais. Assim, o papel do professor deve pautar-se pela constante investigação-ação-reflexão, tríade imprescindível para maximizar todo o processo de ensino e de aprendizagem e o desenvolvimento profissional do professor (Alarcão, 2001b).

Por conseguinte, os desafios com que se deparam os professores de Matemática no contexto referido podem (ou não) promover a inovação, o vigor e a vitalidade da natureza das situações-problema aplicadas à Indústria diversa, dependendo esta conexão com a visão que o professor tem do mundo profissional. Este conhecimento pode ser enriquecido através de formação que contemple um vasto leque de temas de interesse contemporâneo (Even & Tirosh, 2002; Gimeno & Pérez Gómez, 1998; Godino & Batanero, 2009; Hiebert, Morris, & Glass, 2003; Ponte & Chapman, 2008; Sloyer, Blum, & Huntley, 1995) ou através do trabalho colaborativo, princípio articulador e integrador da ação, da planificação, da cultura, do desenvolvimento, da organização e da investigação, como uma mais-valia que acarreta inúmeras funcionalidades e onde a intervenção do professor consagra competências profissionais na procura de possíveis decisões (Gómez, 2000; Leite, 2002; Santos, 2000).

Os desafios com que se depara o professor na gestão do currículo exigem-lhe experiência e sensibilidade, levantando naturalmente questões relativas à influência da formação inicial e contínua nas suas práticas. A este respeito, Perrenoud (1993) chama a atenção para o facto da formação de professores “só influenciar as práticas (...) dentro de determinadas condições e dentro de certos limites” (p. 93).

Apoiando-nos no perspectivado por Ponte (2001), a formação de professores deve ser entendida como apoio ao seu desenvolvimento profissional, sendo um processo dinâmico, sempre incompleto e que percorre diferentes estágios.

As atuais doutrinas enfatizam a atitude do professor como elemento investigador-reflexivo. A este propósito, Schön (1983) sublinha que a reflexão na ação e sobre a ação devem ser dois aspetos a pautar na postura de profissionais competentes. Esta importância é também partilhada por Ball (2000) e Christiansen e Walther (1986).

Nóvoa (1991) subscreve as práticas de educação determinadas pela dimensão coletiva, enfatizando, deste modo, o papel das redes de investigação na concertação de esforços, onde o professor deve ser envolvido na conceção, na implementação e na avaliação da formação de professores.

**Quadro 6.14: Referencial de avaliação - Critérios e indicadores dos fatores condicionantes de outro tipo e de índole social**

Referencial de Avaliação					
Fatores condicionantes	Outro tipo	Dinâmica da escola	Critérios	Indicadores	Referentes
			Existência de dinâmicas colaborativas.	A gestão curricular da Matemática contempla a negociação e tomada de decisões conjuntas (significado institucional).	(Gómez, 2000) (Leite, 2002) (Pacheco, 2001) (Santos, 2000)
		Formação contínua do Professor	Existência de formação contínua no âmbito da gestão curricular para cursos profissionais.	O grupo disciplinar de Matemática tem conhecimento de formação contínua com modalidades de formação centradas na gestão curricular no ensino profissional.	(Alarcão, 2001b) (Even & Tirosh, 2002) (Gimeno & Pérez Gómez, 1998) (Godino & Batanero, 2009)
			Pertinência da formação contínua, ministrada pelos centros de formação.	A formação contínua, ministrada pelos centros de formação, responde às necessidades dos professores do ensino profissional.	(Hiebert, Morris, & Glass, 2003) (Ponte & Chapman, 2008)
Participação em formação contínua no âmbito da gestão curricular para cursos profissionais.	Na formação do professor, consta a participação em formação contínua no âmbito da gestão curricular para cursos profissionais.		(Sloyer, Blum, & Huntley, 1995)		
Índole social	Contexto sociocultural	Existência de imagem estigmatizada das vias profissionalizantes.	Os alunos são tidos como indisciplinados, com reduzida proficiência cognitiva, e um trajeto escolar repleto de insucessos escolares.	(Ponte, 2005)	

Para finalizar, os critérios e indicadores privilegiados no referencial de avaliação, acima explanado nos vários quadros (Quadros 6.9 a 6.14), permitem, na sua globalidade,

promover uma compreensão parcial (dada a complexidade de dimensões implicadas num processo de ensino e aprendizagem da Matemática) para um maior aprofundamento da GCM nos CPIII restrita à dimensão ecológica, estabelecendo-se assim a ponte entre a GCM instituída, intencional e implementada.

O referencial de avaliação, cuja apresentação e fundamentação se acaba de concluir, é o produto do processo de validação que se irá descrever na secção que se segue.

### **6.5.3. Validação do referencial de avaliação**

O processo de referencialização materializou-se no referencial de avaliação da GCM, sendo o instrumento de avaliação, o resultado de um longo caminho percorrido na procura de uma sustentação científica que permitisse construir um instrumento coerente e válido. Tudo o que se pretendia era, estruturar de forma sustentada e significativa um dispositivo que funcionasse como apoio à GCM, com o envolvimento de todos os professores na articulação, planificação e avaliação das suas práticas.

Como assevera Coutinho (2011), a validade interna de um estudo está diretamente relacionada com o instrumento, dado que este informa sobre a qualidade dos seus itens, assim, deu-se também importância, no percurso de validação interna à operacionalização do referencial de avaliação, atendendo à importância da verificação da presença de novas sub-dimensões agregadas à dimensão ecológica.

Assim, numa fase inicial, o processo de validação do referencial de avaliação foi concretizado através do desenho da situação-problema de referência (qualidade de um aspersor de rega de impacto agrícola), apresentada na secção anterior e que traduziu a apropriação do referencial na sua função de orientação da planificação da GCM em particular no que concerne à MM no estudo de funções. O referencial de avaliação foi evoluindo no reajustamento e aperfeiçoamento da sua apresentação, já que a referida situação-problema de natureza de MM serviu para ampliar a concretização do referencial de avaliação e, por outro lado, numa dinâmica recíproca, constituiu um meio para detetar possíveis incongruências no referencial que, eventualmente tivessem sobrevivido ao olhar menos distanciado do investigador.

Para a garantia da validade externa do referencial de avaliação optou-se pela consulta de especialistas. Este percurso foi acompanhado pelo olhar crítico de

especialistas, imprimindo a deteção de aspetos que suscitassem ambiguidades e, conseqüentemente, a necessidade de reestruturações que, por conseguinte, imprimissem maior consistência e profundidade ao referencial.

Dada a abrangência temática na presente investigação, consultou-se especialistas no domínio da área educacional, em particular da Gestão Curricular da Matemática e da Avaliação. Para tal, apresentou-se previamente o contexto, a questão de investigação, a versão inicial do referencial de avaliação e a situação-problema de referência que serviu para exercitar a operacionalização do referencial de avaliação.

Em resposta à solicitação de validação do referencial, cada especialista emitiu os seus comentários. Após a análise das sugestões proferidas pelos especialistas, procedeu-se à ratificação do referencial de avaliação, apresentando-se, de seguida, as ponderações, alterações e reestruturações que emergiram dessa análise.

As apreciações proferidas foram, convergentes, no que se refere à coerência da estrutura concetual invocada no referencial com os paradigmas atuais para a GCM a CP. Além disso, no que concerne à dimensão ecológica em que se centra o presente estudo, foram proferidos comentários relevantes e favoráveis à apropriação desta dimensão, tendo em conta a problemática, os objetivos e a questão de investigação.

Relativamente às sub-dimensões inerentes à dimensão ecológica passa-se a apresentar as considerações tecidas em torno de cada uma delas.

A reflexão à primeira sub-dimensão (situação-problema) conduziu à sua divisão que se concretizou na natureza da situação-problema, pertinência, grau de desafio, grau de estrutura e processo de MM. Desta divisão procedeu-se a alterações que se consumaram no desdobramento de alguns critérios no sentido de tornar a avaliação da GCM mais inteligível.

No âmbito das conexões interdisciplinares, um dos especialistas considerou importante estender-se na avaliação à promoção de conexões em particular com disciplinas que integram a componente de formação técnica do curso, facto que reforçou a contextualização da situação-problema para o desenvolvimento de competências inerentes ao perfil profissional do curso.

No que concerne à sub-dimensão fatores condicionantes de índole material, de acordo com as sugestões proferidas, contemplaram-se as tecnologias, já que se havia inicialmente restringido a avaliação a esta sub-dimensão aos recursos pedagógicos, o que

viria a revelar-se demasiado restrito na sua abrangência. Além disso, não se estendeu a avaliação dos fatores condicionantes de índole material, à dimensão mediacional, na medida em que se pretendeu cingir essa avaliação à integração ou não das tecnologias pelo professor, e não à avaliação da gestão desses recursos.

Decorridos vários estádios evolutivos por que passou a construção do referencial de avaliação, o resultado foi o instrumento apresentado na secção anterior, que reflete uma maior coerência, consistente, validade e facilidade na sua apropriação, na recolha de dados empíricos potenciadores na procura de respostas à questão de investigação.

Na conclusão do processo de validação, após apuradas reflexões através de um trabalho partilhado, colaborativo e negociado, o referencial de avaliação da GCM para os CPIII foi validado. Refira-se que o referencial de avaliação fora objeto de apresentação em comunicações em congressos nacionais e internacionais, por exemplo a comunicação de título Avaliação da Gestão Curricular da Matemática nos Cursos Profissionais de nível III do Ensino Secundário em Portugal: Um Estudo de Caso, publicada no 2º Congresso Internacional de Avaliação em Educação que decorreu nos dias 4, 5 e 6 de Novembro de 2010 na Universidade do Minho (Santos, S., Neto, T. & Loureiro, M. (2010)); a comunicação intitulada Mathematical Modelling in third level professional Courses in portuguese secondary education: An evaluation referential, publicada no Internacional Conference of Education, Research and Innovation que decorreu nos dias 14 a 16 de Novembro de 2011 em Madrid (Santos, S., Neto, T. & Loureiro, M. (2011)); e a comunicação de título Mathematical Application and Modelling in secondary education professional courses: A situation-problem (Study Group – Mathematical Applications and Modelling in the teaching and learning of mathematics), publicada no 12th International Congress on Mathematical Education (ICME-12) que decorreu nos dias 8 a 15 de Julho de 2012, na Coreia do Sul (Santos, S., Neto, T., Godino, J. & Loureiro, M. (2012a)), assim como objeto de publicação em artigo com o título Mathematical Modelling and Application at technical courses in secondary school: an evaluation referential, na revista com *peer review* VIDYA, v. 32, n. 1, p.79-95, jan./jun. 2012 - Santa Maria, 2012 com ISSN 0104-270 X (Santos, S., Neto, T. & Loureiro, M. (2012b)).

O referencial de avaliação, perspetivando a qualidade da GCM nos CPIII, constitui a concretização do objetivo 2, referido no capítulo I para a presente investigação.

Após construção e validação do referencial de avaliação, a sua operacionalização na avaliação da GCM instituída, intencional e implementada, concretizou-se, com recurso à análise de conteúdo, cujos resultados se apresentam, analisam e discutem no capítulo que se segue.





## CAPÍTULO VII

### Apresentação e análise dos resultados

---

Este capítulo compreende a exposição dos dados empíricos recolhidos e a análise e discussão do seu significado, direcionando a ênfase para a avaliação da GCM nos CPIII, constituindo esta etapa, a concretização do objetivo 3 (referido no capítulo I) definido para a presente investigação.

A recolha de dados relativos à GCM instituída, intencional e implementada, e a sua apresentação compreendem um conjunto das operações através das quais os dados observáveis são confrontados com o referencial de avaliação, explicitado no Capítulo VI secção 6.4.2. e cuja sua construção visou a conformidade dos resultados com a problemática de investigação. A avaliação da GCM instituída para os CPIII do ensino secundário em Portugal, teve como suporte o Programa da componente de formação científica da disciplina de Matemática para os Cursos Profissionais de nível secundário, e é orientada segundo as sub-dimensões e respetivos critérios explanados no referencial de avaliação. A avaliação da GCM intencional e implementada é estruturada segundo as referidas sub-dimensões e critérios e atende à triangulação entre as planificações cedidas antecipadamente das duas aulas e as suas observações posteriores sobre as quais foram tiradas notas de campo. Pretende-se que a recolha de dados seja substancial, pertinente e de valor, atendendo a que o estudo de caso se circunscreve ao campo das análises empíricas ao contexto e ao espaço temporal.

Será previamente apresentado o enquadramento legislativo referente à criação dos cursos profissionais cujas aulas de Matemática foram objeto de visionamento, o respetivo plano de estudos e perfil profissional à saída do curso, para uma melhor perceção da operacionalização da avaliação da GCM intencional e implementada de cada professor participante no estudo. No seguimento os dados serão apresentados individualmente em cada uma das fontes, extraindo-se em cada uma delas uma síntese conclusiva da avaliação.

A apresentação com recurso a quadros e figuras, servem para explicar e facilitar a compreensão através dos fundamentos explicativos das diferenças já que se esta perante um estudo, predominantemente qualitativo e avaliativo.

### 7.1. Enquadramento do Programa da componente de formação científica da disciplina de Matemática para os CPIII do ensino secundário.

A revisão curricular do Ensino Secundário além de outros propósitos procurou acolher um dos objetivos centrais para o País, que o Programa do Governo enunciou:

A construção de um modelo coerente de formações tecnológicas de nível secundário, a partir de ofertas articuladas de Ensino Tecnológico e Profissional, englobando também a formação ao longo da vida, com vista à consolidação de um novo equilíbrio entre a oferta de Ensino Secundário geral, por um lado, e a oferta de Ensino Secundário Tecnológico e Profissional, por outro, em termos mais adequados aos modelos de realização profissional requeridos pelas sociedades modernas.<sup>1</sup>

No ensino secundário, o processo de revisão curricular, trouxe novos programas para as diferentes disciplinas dos planos de estudo, que entraram em vigor a partir do ano letivo de 2003/04.

Em particular, em relação à disciplina de Matemática, sublinha-se a divisão nos seguintes programas (Quadro 7.1), cujo propósito era estabelecer uma maior adequação às necessidades dos alunos dos diferentes percursos escolares.

**Quadro 7.1 - Diversidade de Programas da disciplina de Matemática**

<b>Programa</b>	
<b>MACS</b> (Matemáticas Aplicadas às Ciências Sociais)	Curso Geral de Ciências Sociais e Humanas Curso Tecnológico de Ordenamento do Território
<b>Matemática A</b>	Cursos Científico-Humanísticos de Ciências e Tecnologias e de Ciências Socioeconómicas
<b>Matemática B</b>	Curso Científico-Humanístico de Artes Visuais Cursos Tecnológicos de Construção Civil e Edificações, de Eletrotecnia e Eletrónica, de Informática, de Administração, de Marketing e de Desporto
<b>Matemática</b>	Componente de formação científica dos Cursos Profissionais;

<sup>1</sup> Documento Orientador da Revisão Curricular do Ensino Secundário. Versão definitiva 10 de Abril de 2003

A disciplina de Matemática compõe o elenco da componente de formação científica dos cursos profissionais de qualificação profissional de nível III, onde os alunos desenvolvem conhecimentos, capacidades e atitudes com vista à aquisição de um conjunto de competências alicerçadas no perfil profissional à saída do curso, uma vez que o documento orientador refere que, o ensino da Matemática é “organizado em volta das aplicações viradas para o desenvolvimento de competências necessárias para o exercício de atividades profissionais qualificadas” (Ministério da Educação, 2004, p. 6).

As diretrizes curriculares expressas no Programa orientam para a GCM assente no desenvolvimento de competências, procurando o Programa, esclarecer quais as competências que devem ser desenvolvidas.

Assim, no domínio das competências, espera-se que os alunos:

Se apropriem de conceitos e de técnicas matemáticas enquanto enfrentam situações, de tal modo que, face a problemas realistas, possam mobilizar os conhecimentos científicos adequados para dar respostas próprias. Pretende-se que o estudante seja capaz de formar uma opinião própria, participando nas decisões ou que consiga ele próprio tomá-las. (Ministério da Educação, 2004, p. 4)

As diretrizes curriculares expressas no Programa estão motivadas pelas novas exigências que o mundo do mercado impõe para os jovens que nele ingressam, ou seja, as demandas do mercado, da sociedade, da ciência, das tecnologias e competências, aparecem como referenciais.

No quadro do desenvolvimento em particular de competências matemáticas, nos alunos, o Programa enfatiza uma gestão curricular pautada pelos seguintes princípios fundamentais:

(1) No ensino que parte de propostas de trabalho relevantes e com significado para os estudantes dos diversos cursos, a mediação do professor é um dos processos essenciais na estruturação das aprendizagens significativas e no desenvolvimento da competência matemática dos estudantes. Disponibilizando as ferramentas matemáticas necessárias e participando na organização das ideias, com este tipo de ensino desenvolve-se a capacidade de utilizar a Matemática na interpretação e

intervenção na realidade. A análise de situações da vida real, a identificação de modelos matemáticos que permitam a sua interpretação e resolução, a seleção de estratégias para resolver problemas, a formulação de hipóteses e previsão de resultados são orientações que contribuem para a formação de estudantes que manifestem vontade de aprender e gosto pela pesquisa. Neste âmbito há oportunidade para apreciar o contributo da Matemática para a compreensão e resolução de problemas do Homem através do tempo.

(2) A aprendizagem baseada no trabalho autónomo sobre as situações apresentadas (que podem apresentar vários níveis de resolução) e em atividades que aprofundem os conceitos introduzidos no decurso dos trabalhos, contribui para o desenvolvimento da autoconfiança dos estudantes criando-lhes oportunidades para se exprimirem, fundamentarem as suas opiniões e revelarem espírito crítico, de rigor e confiança nos seus raciocínios.

(3) A participação da Matemática no desenvolvimento das competências profissionais contribui para o desenvolvimento da comunicação (dos conceitos, dos raciocínios ou das ideias) com clareza e progressivo rigor lógico. A definição de trabalhos de grupo, de acordo com as motivações dos estudantes, propicia o desenvolvimento do espírito de tolerância, de cooperação, do respeito pela opinião dos outros e a aceitação das diferenças, e pode contribuir para o desenvolvimento de interesses culturais e do gosto pela pesquisa. (Ministério da Educação, 2004, p.5)

No que concerne ao modelo curricular dos cursos profissionais, já explanado no capítulo do enquadramento legal dos cursos profissionais, a sua estrutura modular, contempla os seguintes temas: (1) números e geometria, incluindo trigonometria; (2) funções reais e análise infinitesimal; (3) estatística e probabilidades; e (4) matemática discreta.

Considerando que a presente investigação incide nos CPIII, destinados à inserção profissional dos alunos na indústria diversa, o Programa de Matemática apresenta o grupo de módulos A com carga horária de 300 horas, onde o elenco e a sequência modular A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9 e A10 são obrigatórios para esses cursos.

O quadro que se segue (Quadro 7.2) explicita a distribuição dos temas em cada um desses módulos:

**Quadro 7.2 - Distribuição dos temas pelo grupo de Módulos A**

Tema Transversal: Aplicações e MM		
<p><b>Módulo A1-Geometria</b> Resolução de problemas de geometria no plano e no espaço. O método das coordenadas para estudar Geometria no plano e no espaço.</p> <p><b>Módulo A2-Funções Polinomiais</b> Funções e gráficos. Funções polinomiais de graus 2 e 3.</p> <p><b>Módulo A3-Estatística</b> Organização e interpretação de caracteres estatísticos (qualitativos e quantitativos). Referência a distribuições bidimensionais (abordagem gráfica e intuitiva).</p>	<p><b>Módulo A4</b> <b>Funções Periódicas</b> Movimentos periódicos. Funções trigonométricas.</p> <p><b>Módulo A5</b> <b>Funções Racionais</b> Funções racionais. Modelação de situações envolvendo fenómenos não periódicos.</p> <p><b>Módulo A6</b> <b>Taxa de Variação</b> Taxa de variação média num intervalo. Taxa de variação num ponto.</p>	<p><b>Módulo A7</b> <b>Probabilidade</b> Modelos de Probabilidade.</p> <p><b>Módulo A8</b> <b>Modelos Discretos</b> Modelos discretos: sucessões e progressões.</p> <p><b>Módulo A9</b> <b>Funções de Crescimento</b> Modelos contínuos não lineares: exponencial, logarítmico e logístico.</p> <p><b>Módulo A10</b> <b>Otimização</b> Problemas de otimização. Aplicações das Taxas de Variação. Programação Linear como ferramenta de planeamento e gestão.</p>

Fonte: Programa Componente de Formação Científica, Disciplina de Matemática, Direcção-Geral de Formação Vocacional 2004/2005. (Adaptado)

A abordagem dos temas incide numa abordagem contextualizada como ilustra o quadro 7.3:

**Quadro 7.3 - Abordagem contextualizada dos temas**

Abordagem contextualizada	
<b>Geometria</b>	Assuntos elementares de geometria sintética e métrica; Geometria analítica e trigonometria; Competências de cálculo numérico associadas.
<b>Funções Reais</b>	Famílias de funções, desde as algébricas inteiras, fracionárias e transcendentais, exponenciais e logarítmicas ou trigonométricas; Ênfase nas aplicações, com particular relevo para as questões de taxa de variação e otimização.
<b>Estatística e Probabilidades</b>	Algumas noções novas e ferramentas complementares às adquiridas no ensino básico.
<b>Matemática Discreta</b>	Ligação com as probabilidades e por vezes modelos discretos, como o das sucessões e progressões ou como os modelos matemáticos dos jogos.

Fonte: Programa Componente de Formação Científica, Disciplina de Matemática, Direcção-Geral de Formação Vocacional 2004/2005. (Adaptado)

## **7.2. Avaliação da Gestão Curricular da Matemática instituída - Programa da componente de formação científica da disciplina de Matemática para os Cursos Profissionais do ensino secundário**

A avaliação da GCM instituída que a seguir se operacionaliza centra-se nas diretrizes curriculares nacionais atualmente em vigor, patentes no Programa da Componente de Formação Científica da disciplina de Matemática homologado para os CP de nível secundário. Deste modo, a operacionalização da avaliação far-se-á fundamentada em citações extraídas do Programa citado.

Pretende-se assim, avaliar a GC instituída nos CPIII, isto é, identificar características nas orientações curriculares expressas no Programa, que constituem o contributo para a desejável promoção de competências nos alunos que frequentam os CPIII, procedimento este, que culminará na concretização do objetivo 3 definido para a presente investigação.

Apesar da diversidade temática contemplada no Programa, o enfoque da avaliação residirá como já havíamos referido, no estudo das funções por constituir um tema predominante no Programa citado, e a sua estreita ligação com a MM.

### **Avaliação da natureza das situações-problema**

O Programa enfatiza a MM como metodologia estruturante constituindo “(...) um eixo transversal a todos os módulos, assumindo uma importância significativa no ensino da Matemática “(...) pelas ferramentas e estratégias a que se recorre e que constituem a base do processo de MM” (Ministério da Educação, 2004, p. 4).

Recomenda a mesma fonte que a natureza das situações-problema de suporte a todos os temas, a propor a cada aluno ou a um conjunto de alunos, deve valorizar o envolvimento dos alunos nos diversos tipos de experiências que contemplem “(...) MM, trabalho experimental e situações realistas adequadas a cada curso” (Ministério da Educação, 2004, p. 4).

A primazia dada no Programa à MM como eixo transversal a todos os módulos, decorre na sua bivalência “como metodologia de trabalho privilegiada na construção dos conceitos matemáticos como uma competência a desenvolver que é imprescindível para

estudantes que vão enfrentar no seu trabalho profissional problemas concretos muito variados”, para os quais terão de saber selecionar as ferramentas matemáticas relevantes e adequadas para cada situação (Ministério da Educação, 2004, p. 4).

O enfoque na MM expresso no Programa está em consonância com uma preocupação internacional manifestada pelas entidades empregadoras e que diz respeito à necessidade de MM nos profissionais da indústria, já que coexistem, nos trabalhadores, dificuldades de transferência dos conhecimentos matemáticos escolares para a resolução de problemas no contexto de trabalho (ICMI-ICIAM, 2008).

Particularmente no que diz respeito ao estudo das funções reais, que contempla as grandes famílias de funções, desde as algébricas inteiras, passando pelas fracionárias, exponenciais e logarítmicas ou trigonométricas o Programa articula a sua abordagem com as aplicações matemáticas e a realização de pequenas investigações.

Em jeito de síntese, de acordo com a mesma fonte a identificação, interpretação e manuseamento de modelos na resolução problemas constituem, no ensino profissional, o foco central no ensino da Matemática, ou seja, “a forma de trabalho natural para a construção de todos os conceitos e processos e para a demonstração do valor e uso das técnicas a eles associados” (Ministério da Educação, 2004, p.18).

### **Avaliação da pertinência das situações-problema**

O Programa salienta a importância da pertinência das situações-problema a propor nos CP, que devem basear-se em fenómenos extraídos do mundo real e das profissões, em particular associadas a cada curso profissional, isto é, as situações-problema relacionadas com os diferentes sectores de atividade constituem o eixo central, para a contextualização da Matemática no desempenho de uma profissão como ponto de partida. Em articulação, as situações-problema de natureza de MM, consubstanciadas em fenómenos reais e profissionais, devem constituir “propostas de trabalho relevantes e com significado para os estudantes dos diversos cursos” (Ministério da Educação, 2004, p. 5).

Depreende-se do exposto, que o Programa perspetiva a Matemática como “uma das bases teóricas essenciais e necessárias de todos os grandes sistemas de interpretação da realidade que garantam a intervenção social com responsabilidade e dão sentido à condição humana” (p.2). Para tal, o Programa considera necessário que se criem condições para que

os alunos desenvolvam conhecimentos, capacidades e atitudes que lhes permita a aprendizagem de um conjunto de “competências orientadas para um sector de atividade, profissão ou família de profissões” (Ministério da Educação, 2004, p.2). Assim, o ensino da Matemática organizado em volta das aplicações conducentes ao desenvolvimento de competências necessárias para o exercício de atividades profissionais qualificadas, segundo o Programa constitui exemplo de boas práticas.

Neste âmbito, o Programa supra citado reforça que o ensino da Matemática deve constituir um dos pilares para a interpretação da realidade de modo a garantir-se uma efetiva intervenção do indivíduo no contexto social e económico, concorrendo esta perspetiva para a pertinência das situações a propor a alunos dos CP.

Em particular o Programa enfatiza a pertinência das situações-problema, no estudo das funções reais, onde a abordagem intuitiva deve ser procurada ao nível de funções que relacionem variáveis ligadas às áreas de interesse profissional dos alunos nomeadamente situações-problema “da realidade do mundo do trabalho, da indústria, do comércio ou do mundo empresarial utilizando diversos tipos de funções” (Ministério da Educação, 2004, pp.18-19).

Decorrente da avaliação a esta sub-dimensão, conclui-se a existência no Programa de orientações curriculares direcionadas para a diferenciação pedagógica que remete para uma mudança significativa na natureza das situações-problema a propor em sala de aula, que ultrapassam a simples aquisição de conhecimentos ou simples domínio de técnicas de cálculo, uma vez estas por si só não garantem o reconhecimento, por parte do aluno, da importância da Matemática na intervenção do mundo real e, em particular, no desenvolvimento de competências necessárias para o exercício de atividades profissionais qualificadas.

Concluindo, o Programa coloca a ênfase no cariz prático da Matemática na intervenção no mundo real e profissional, significando isto, a materialização do segundo critério do referencial de avaliação, que diz respeito à pertinência das situações-problema a propor no ensino da Matemática a CP.



### **Avaliação do grau de estrutura e grau de desafio**

O Programa profere que o grau de estrutura das situação-problema deve ser aberto, uma vez que só assim os alunos terão oportunidade de “escolher as ferramentas matemáticas mais adequadas” (Ministério da Educação, 2004, p.5). Isto é, a estrutura aberta permite, individualmente ou em grupo, os alunos estarem perante a possibilidade de escolher as suas próprias estratégias de resolução de problemas, dado que, num futuro profissional, terão que saber selecionar as ferramentas matemáticas mais adequadas e eficazes a cada situação” (Ministério da Educação, 2004, p.5). Só assim será dada a oportunidade dos alunos apreciarem “a natureza e a importância das ferramentas matemáticas para responderem eficazmente às necessidades específicas de um dado problema” (Ministério da Educação, 2004, p.31).

O Programa postula que o grau de estrutura adequado de uma situação-problema deve comportar uma estrutura aberta, invocando que só assim será dada a oportunidade do aluno desenvolver um trabalho autónomo e, conseqüentemente a autoconfiança na consecução de situações-problema, nas quais aprofunda os conceitos introduzidos no decurso dos trabalhos, isto é, o aluno fica perante a possibilidade de formar a sua própria opinião, participando e tomando decisões autónomas e eficazes.

Pelo exposto, o Programa espelha a adequação do grau de estrutura referido no referencial de avaliação, que suporta a avaliação à sub-dimensão “grau de estrutura”.

O Programa enfatiza, assim, que o ensino da Matemática não deve limitar-se a formar alunos no domínio de determinados conteúdos, mas sim que saibam raciocinar, refletir, definir estratégias e adotar soluções, para uma intervenção social e profissional crítica e participada, sendo a estrutura das situações-problema determinante neste processo, já que se caracterizam por fragmentos de uma realidade complexa, cuja resolução implica mobilizar ferramentas matemáticas e selecionar estratégias adequadas e pertinentes, instigando no aluno a curiosidade e conseqüentemente a sua responsabilidade na aquisição e compreensão dos conteúdos abordados.

O Programa faz referência às aplicações matemáticas integradas num contexto significativo para os alunos, devendo ser usadas como ponto de partida para cada novo assunto, constituindo “parte do processo de construção de conteúdos matemáticos (...) e usadas como fonte de exercícios” (Ministério da Educação, 2004, p.5).

Em consequência, a estrutura aberta implícita nas situações-problema de MM expressa na concretização dos objetivos e no plano ou estratégia de resolução do problema, possui um grau de desafio elevado determinado pela ausência de um método imediato de resolução, facto que implica a matematização prévia do fenómeno.

### **Avaliação do processo de MM**

Atendendo à supremacia dada à MM no desenvolvimento de competências nos futuros profissionais, indubitavelmente, o processo de MM absorveu a nossa atenção relativamente ao lugar de destaque que ocupa no Programa instituído para o ensino da Matemática a CP.

Neste âmbito, o Programa da disciplina expressa que a MM só será plenamente atingida se “for possível trabalhar na sala de aula as diversas fases do processo” (Ministério da Educação, 2004, p.6), embora considere não ser exigível que se tratem todas simultaneamente e em todas as ocasiões. Desta diretriz parece-nos emergir alguma ambiguidade, resultante da omissão de uma enumeração das etapas do processo de MM que se recomendam como indispensáveis e relevantes para um adequado processo de MM para o nível secundário do ensino profissional. Contudo, apesar de o corpo do texto do Programa não explicitar de forma estruturada as etapas do processo de MM, expressa no decorrer do documento orientações para o desenvolvimento desse processo, pelo que considerou-se necessário na operacionalização da avaliação instituída do processo de MM, enquadrar cada indicador, espelhado no discurso do documento, nas etapas do ciclo de MM, adotado no presente estudo.

Refira-se que apesar da inexistência de uma clara explicitação das etapas a considerar no processo de MM no corpo do texto, são proferidas orientações para a consulta de uma brochura, da autoria do grupo de trabalho T3-PORTUGAL na qual consta uma esquematização das etapas a considerar no ciclo de MM (APM., 1999). De qualquer modo, a avaliação que se segue será sustentada no corpo do texto do Programa da disciplina de Matemática para os CPIII.

No que concerne à primeira etapa do processo de MM, o Programa enfatiza o uso de ferramentas que envolvam a compreensão de um fenómeno, isto é, não deve limitar-se a

listas exaustivas de fórmulas, devendo, antes, ligar-se à compreensão sempre associada à interpretação.

Relativamente à segunda etapa do ciclo de MM, tomado no presente estudo como referência e que diz respeito à formulação de conjeturas, o Programa orienta para situações-problema que levem os alunos a realizar atividades matemáticas, “como explorar, procurar generalizações, fazer conjeturas e raciocinar logicamente, desenvolvendo o hábito de experimentar, encontrar generalizações e procurar o que há de invariante numa situação” (Ministério da Educação, 2004, p.5). Esta etapa concorrerá para que o aluno compreenda que não basta que uma hipótese formulada se verifique em alguns casos para poder tomar essa hipótese como uma afirmação verdadeira, sendo necessário encontrar uma argumentação lógica para a validar ou um contraexemplo para a rejeitar.

A existência de autonomia na consecução do plano de matematização, implícita na terceira etapa do processo de MM, vem expressa no Programa quando refere que o “ensino da Matemática participa, pelos princípios e métodos de trabalho praticados, na educação do jovem para a autonomia (...)” (Ministério da Educação, 2004, p.2). Igualmente o Programa atende à adequação do plano de matematização, ao considerar que é relevante que os alunos liguem “aspectos diferentes (gráfico, numérico e algébrico) de um mesmo conceito ou de uma mesma situação” (Ministério da Educação, 2004, p.6) e em particular no estudo das funções. A necessidade de abordagem a diversos métodos decorre, segundo a mesma fonte, da complementaridade face às limitações que cada método apresenta individualmente. O mesmo documento frisa, ainda, que o fato de o aluno poder experimentar e confrontar diferentes processos de resolução de situações-problemas permite-lhe fomentar a aprendizagem de uma forma crítica, valorizando o trabalho efetuado. Ressalva no entanto o Programa que não é “fundamental o desenvolvimento de competências ao nível do domínio das regras lógicas e dos símbolos” nos alunos que seguem esta via de ensino, sendo legítimo ensinar o essencial da aprendizagem da Matemática ao nível da resolução de situações-problemas não rotineiros (Ministério da Educação, 2004, p.2), que surge contemplada na concretização da quarta etapa do processo de MM. Este documento orientador considera que a estratégia assente na resolução de problemas permite “despistar dificuldades e deficiências na formação básica dos alunos” (Ministério da Educação, 2004, p.4).

A interpretação da solução de um problema à luz do contexto da situação-problema constitui a quinta etapa do processo de MM considerado como referência no presente estudo, e que se apresenta explicitamente invocada no Programa quando menciona que os alunos devem desenvolver “a capacidade de utilizar a Matemática na interpretação e intervenção na realidade” (Ministério da Educação, 2004, p.5), nomeadamente através da “análise de situações da vida real, com a identificação de modelos matemáticos que permitam a sua interpretação e resolução” (Ministério da Educação, 2004, p.5) ou “no estudo de funções (...) descrevendo e interpretando no contexto da situação” (Ministério da Educação, 2004, p.19).

Do anteriormente exposto, percebe-se a importância que o documento orientador atribui à validação do modelo, que subentende a análise do nível de representatividade do fenómeno, para a conseqüente resolução eficaz de problemas no seu contexto.

A mesma fonte refere que, tendo em conta a estreita dependência entre os processos de estruturação do pensamento e da linguagem, é imprescindível que o desenvolvimento das situações-problema contemple a correção da comunicação oral e escrita. Assim, considera que deve ser dado ao aluno a possibilidade de se expressar, oralmente ou por escrito, os raciocínios, discutir processos e argumentar, logicamente, com o grupo turma. Esta perspectiva concretiza o critério que alude à sétima etapa do processo de MM, respeitante à elaboração de um relatório (explicitado no referencial de avaliação), uma vez que as orientações expressas no Programa enfatizam a necessidade de proporcionar aos alunos a oportunidade de exporem um tema preparado, a resolução de uma situação-problema ou a parte que lhes compete num trabalho de grupo. Deste modo, “os trabalhos escritos, individuais ou de grupo, quer sejam pequenos relatórios, monografias, devem ser apresentados de forma clara, organizada e com aspeto gráfico cuidado” (Ministério da Educação, 2004, p.6). Sintetizando, no contexto da comunicação matemática, lê-se, no referido Programa, a sua importância na organização e estruturação do pensamento matemático, enfatizando-se a sua concretização frequente pelos alunos: a “participação da matemática no desenvolvimento das competências profissionais contribui para o desenvolvimento da comunicação (dos conceitos, dos raciocínios ou das ideias) com clareza e progressivo rigor lógico” (Ministério da Educação, 2004, p.5).

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas e conexões interdisciplinares**

O Programa orienta para o estabelecimento de conexões intra-matemáticas, na “resolução de problemas não rotineiros com a ligação entre diversos conteúdos matemáticos” (Ministério da Educação, 2004, p.4). Isto é, na concretização dos diferentes tipos de experiências, devem ser tidos em conta aspetos transversais da aprendizagem da matemática, ou seja a “integração de diferentes ideias matemáticas” (Ministério da Educação, 2004, p.5).

As conexões entre os diversos módulos são referidas no Programa como indispensáveis para que os alunos “possam ver que os temas são aspetos complementares de uma mesma realidade”, devendo o professor promover tais conexões entre os módulos, “possibilitando assim a ampliação e consolidação de cada conceito, sempre que ele é reencontrado” (Ministério da Educação, 2004, p.9).

Neste contexto, entende o Programa, que para um abrangente estabelecimento de conexões intra-matemáticas, “é indispensável que o professor tenha um conhecimento global do Programa, bem como dos Programas dos ciclos do ensino básico”, uma vez que o Programa se desenvolve em módulos (Ministério da Educação, 2004, p.10).

Em particular, no estudo das funções, o Programa reconhece a necessidade do professor “dominar uma diversidade de conhecimentos básicos de vários ramos do saber, para se garantir o estabelecimento de conexões significativas internamente à matemática” (Ministério da Educação, 2004, p.9).

A avaliação espelhou a importância que o Programa atribui às conexões intra-matemáticas, no estudo dos conceitos que ocorrem de forma mais consistente, quando a sua aquisição é feita progressivamente, em termos de complexidade e especificidade, a partir dos conceitos prévios dos alunos, ou para a sua consolidação.

O Programa enfatiza com a mesma preponderância o estabelecimento de conexões interdisciplinares com realce para a componente de formação técnica de cada curso, recomendando que as situações-problema devem ter como contexto diferentes áreas profissionais, residindo essa essência no “estudo de situações reais direcionadas para cada curso” (Ministério da Educação, 2004, p.4).

Assim, considera a mesma fonte que uma potencial contribuição na consciência da necessidade da educação e da formação ao longo da vida é um ensino da Matemática, que

promova conexões com todos os ramos do saber. Neste sentido, recomenda o recurso a “situações-problema não rotineiros que envolvam a interdisciplinaridade a fim de conduzir o aluno ao reconhecimento da importância da Matemática noutras áreas” (Ministério da Educação, 2004, p. 4).

Nesta linha de atuação o Programa refere que no estudo das funções o professor deve privilegiar um trabalho intuitivo que relacione “variáveis ligadas às áreas de interesse profissional dos estudantes” (Ministério da Educação, 2004, p.18). Acrescenta, ainda, que para a promoção abrangente de conexões interdisciplinares o professor deve dominar uma “diversidade de conhecimentos básicos de vários ramos do saber, para se garantir o estabelecimento de conexões significativas (...) contemplando outras áreas” (Ministério da Educação, 2004, p.9), ou “exemplos de outras disciplinas que os estudantes frequentem” (Ministério da Educação, 2004, p.20).

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material – Tecnologias**

O Programa premeia a integração das tecnologias no ensino da Matemática como fundamental para o desenvolvimento de competências úteis a todos os desempenhos profissionais.

Reforça o mesmo documento orientador que não é possível atingir os objetivos do Programa sem se recorrer à dimensão gráfica, considerando que essa dimensão só será plenamente atingida quando os alunos traçarem “uma grande quantidade e variedade de gráficos com apoio de tecnologia adequada (calculadoras gráficas e computadores)” (Ministério da Educação, 2004, p.6). Assim, a calculadora gráfica e os computadores são considerados, no Programa supra citado, de uso obrigatório, uma vez que as suas especificidades contribuem para o desenvolvimento de competências inerentes aos vários desempenhos profissionais, pois em particular permitem:

“Obter rapidamente uma representação do problema, de um conceito, a fim de lhe dar sentido e favorecer a sua apropriação pelo estudante; ligar aspetos diferentes (gráfico, numérico e algébrico) de um mesmo conceito ou de uma mesma situação; explorar situações fazendo aparecer de forma dinâmica diferentes configurações;

proceder de forma rápida à verificação de certos resultados”. (Ministério da Educação, 2004, p. 6)

O Programa considera as calculadoras, meios imprescindíveis por constituírem além de instrumentos de cálculo, ferramentas incentivadoras do espírito de pesquisa e investigação permitindo a exploração de uma variedade de atividades matemáticas, tais como:

“Abordagem numérica de problemas; uso de manipulações algébricas para resolver equações e inequações e posterior confirmação usando métodos gráficos; uso de métodos gráficos para resolver equações e inequações e posterior confirmação usando métodos algébricos; Modelação Matemática, simulação e resolução de situações-problema; uso de cenários visuais gerados pela calculadora para ilustrar conceitos matemáticos; uso de métodos visuais para resolver equações e inequações que não podem ser resolvidas, ou cuja resolução é impraticável, com métodos algébricos; condução de experiências matemáticas, elaboração e análise de conjecturas; estudo e classificação do comportamento de diferentes classes de funções; antevisão de conceitos do cálculo diferencial; e investigação e exploração de várias ligações entre diferentes representações para uma mesma situação-problema”. (Ministério da Educação, 2004, p.7)

O Programa estabelece uma relação explícita da MM e Aplicações com o uso das tecnologias, com destaque para a utilização de sensores de recolha de dados acoplados a calculadoras gráficas ou computadores para, em algumas situações-problema, os alunos identificarem modelos matemáticos que permitam a sua interpretação.

Lê-se, ainda, no referido documento orientador, que os alunos pelo uso da calculadora gráfica e do computador deverão ter a oportunidade de:

“Observar que podem ser apresentadas diferentes representações gráficas de um mesmo gráfico, variando as escalas da representação gráfica; explorar claramente os diversos comportamentos e saber evitar conclusões apressadas; ser incentivados a elaborar conjecturas em função do que se lhes apresenta e ser sistematicamente

treinados na análise crítica de todas as conclusões; traçar sempre um número apreciável de funções tanto manualmente em papel quadriculado ou papel milimétrico como usando calculadora gráfica ou computador; observar que a representação gráfica depende de forma decisiva do retângulo de visualização escolhido”. (Ministério da Educação, 2004, p.7)

Atendendo à preponderância no uso das tecnologias, o Programa recomenda, enfaticamente, o equipamento das escolas com o material necessário (bem como a criação de laboratórios de Matemática), com relevo para o computador para que a execução de trabalhos se possa realizar com a regularidade necessária, nas salas de aula, e para que, assim, os alunos possam “realizar trabalhos práticos, uma vez que as suas potencialidades, nomeadamente nos domínios da geometria dinâmica e da representação gráfica de funções e da simulação, permitem atividades não só de exploração e pesquisa como de recuperação e desenvolvimento, permitindo o contato com diferentes perspetivas” (Ministério da Educação, 2004, p.7).

Neste quadro, os *softwares* recomendados no Programa para auxiliar os professores e alunos são bastante diversificados, constando como exemplo os disponíveis no âmbito dos projetos Minerva e Nónio Século XXI, editados pelo Ministério da Educação.

Em particular no estudo de funções as calculadoras, os sensores de recolha de dados e os computadores, nomeadamente através de folhas de cálculo e programas de gráficos, possibilitam aos alunos realizarem uma abordagem das funções sob os pontos de vista gráfico, numérico e algébrico.

Outro recurso mencionado no Programa reporta-se às potencialidades da *internet* como meio de comunicação, informação e de recolha de dados. Exemplo de boas práticas sugeridas no Programa é a “participação em atividades, envolvendo estudantes de escolas diferentes (...) para a realização de atividades ligadas a situações reais e concretas” (Ministério da Educação, 2004, p.8).

Da avaliação proferida afere-se a indubitável supremacia atribuída à integração das tecnologias como forma de motivação para a aprendizagem matemática, já que o seu recurso segundo o Programa “propicia boas abordagens para resolver problemas e influencia o tipo de questões a investigar” (Ministério da Educação, 2004, p.30).



**Avaliação dos Fatores condicionantes de outro tipo - Dinâmicas da escola**

Como já havíamos referido anteriormente, no Programa faz-se referência que o desafio com que se depara o professor, na GCM a CP, poderá ser facilitado por meio do trabalho colaborativo entre professores, na procura das melhores estratégias que permitam ao aluno estar perante uma diversidade de processos de resolução de uma mesma situação-problema. Esta perspectiva espelha o critério alusivo aos fatores condicionantes, em particular às dinâmicas da escola (constante no referencial de avaliação).

De forma explícita e neste âmbito, o Programa recomenda vivamente “a colaboração ativa dos professores de Matemática e de outras disciplinas, em cada escola e de escolas vizinhas” na escolha ou desenho de situações-problema ricas e variadas (Ministério da Educação, 2004, p.6). Esta orientação atende à necessidade de se transformar o paradigma de trabalho individualizado em prol de um trabalho de colaboração autêntico e eficaz, pois só assim serão criadas as condições para a promoção de uma abrangência de conexões intra-matemáticas e interdisciplinares, decorrentes de uma dinâmica de trabalho articulado de vários saberes específicos e de vários processos cognitivos em colaboração, para se alcançarem as finalidades e os resultados pretendidos.

A dimensão colaborativa surge no Programa claramente ancorada à ampliação do conhecimento profissional do professor e conseqüentemente à eficácia da GCM, uma vez que as interações sistemáticas entre professores são essenciais à dinamização e exposição do pensamento, discussão e partilha de dados e ideias, procura de consenso e conseqüentemente a superação de dificuldades e organização de estratégias que possam responder à complexidade do processo ensino e aprendizagem da Matemática a CP.

Sumariamente, o trabalho colaborativo reside no Programa numa lógica de partilha e cooperação entre professores que partilham um mesmo enquadramento organizacional, ético, e socioinstitucional, numa lógica de qualidade e eficácia, que atenda ao cumprimento das aprendizagens curriculares de que o Programa é instrumento orientador, para a partir daí se proceder à construção de parâmetros de ação profissional.

**Avaliação dos fatores condicionantes de outro tipo - Formação de Professores**

As diretrizes curriculares acentuam como eixo central a contextualização da Matemática ao desempenho de uma profissão. Esta contextualização depende fortemente

da visão que o professor tem do mundo profissional, podendo esse conhecimento ser enriquecido através de formação que contemple um vasto leque de temas de interesse contemporâneo industrial.

A ideia de aprendizagem como processo formativo contínuo para o exercício da atividade docente apresenta-se no Programa ancorada ao trabalho colaborativo para a promoção de uma reflexão coletiva, na análise e discussão conjunta de estratégias de atuação. Assim, o documento orientador perspectiva a dinâmica colaborativa como um meio na procura de mais informação geradora de novo conhecimento profissional, que tem consequências ao nível das ações de ensino atendendo à partilha de modos de atuação e de conhecimentos.

De acordo com o Programa, o trabalho colaborativo, constitui uma mais-valia para uma aprendizagem coletiva, em vários domínios, tendo em conta que a GC do professor envolve um processo permanente de auto e hétero-formação.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole social**

Os objetivos gerais para o ensino da Matemática, expressos no referido documento normativo, impõem uma diversificação de práticas pedagógicas, determinadas em função das especificidades dos alunos. A resolução de situações-problema, consubstanciadas em fenómenos reais e nas vivências dos alunos, recebem uma atenção significativa no Programa dos CP. O Programa sublinha que deve ser dada a oportunidade aos alunos de experimentarem os vários contextos de produção matemática, tendo para tal o professor de criar as condições essenciais para que os alunos desenvolvam um trabalho criativo e independente.

A componente social é entendida em termos do equilíbrio entre a oferta do ensino profissional e os modelos de realização profissional requeridos pelas sociedades modernas. Neste âmbito, de acordo com o Programa, o ensino da Matemática deve “participar pelos princípios e métodos de trabalho praticados, na educação do jovem para a autonomia e solidariedade, independência empreendedora, responsável e consciente das relações em que está envolvido e do ambiente em que vive” (Ministério da Educação, 2004, p.2). A Matemática deve ser vista, então, como diz a mesma fonte, como “parte imprescindível da cultura humanística e científica que permite ao jovem fazer escolhas de profissão, ganhar

flexibilidade para se adaptar a mudanças tecnológicas ou outras e sentir-se motivado para continuar a sua formação ao longo da vida” (Ministério da Educação, 2004, p.2).

Faz referência ainda o mesmo documento ao contributo da disciplina de Matemática na construção da língua com a qual o jovem comunica e se relaciona com os outros e para a qual esta disciplina “fornece instrumentos de compreensão mais profunda, facilitando a seleção, avaliação e integração das mensagens necessárias e úteis, ao mesmo tempo que fornece acesso a fontes de conhecimento científico a ser mobilizado sempre que necessário” (Ministério da Educação, 2004, p.2).

Os factos expostos pressupõem uma apropriação da Matemática como base teórica em auxílio da interpretação e intervenção social com empenho e responsabilidade. Assim, as principais finalidades que se patenteiam no Programa para o ensino da Matemática nos CP são (Ministério da Educação, 2004, p.2):

- (1) Desenvolver a capacidade de usar a Matemática como instrumento de interpretação e intervenção no real;
- (2) Desenvolver a capacidade de selecionar a Matemática relevante para cada problema da realidade;
- (3) Desenvolver a capacidade de formular e resolver problemas, de comunicar, assim como a memória, o rigor, o espírito crítico e a criatividade;
- (4) Promover o aprofundamento de uma cultura científica, técnica e humanística que constitua suporte cognitivo e metodológico tanto para a inserção plena na vida profissional como para o prosseguimento de estudos;
- (5) Contribuir para uma atitude positiva face à Ciência;
- (6) Promover a realização profissional mediante o desenvolvimento de atitudes de autonomia e solidariedade;
- (7) Criar capacidades de intervenção social pelo estudo e compreensão de problemas e situações da sociedade atual e bem assim pela discussão de sistemas e instâncias de decisão que influenciam a vida dos cidadãos, participando desse modo na formação para uma cidadania ativa e participada.

Atendendo ao carácter social intrínseco à Matemática, as finalidades expostas têm como denominador comum o reforço dos níveis de qualificação dos jovens para a

prevenção do desemprego e da exclusão social, dotando os alunos de competências que se ajustam continuamente às potencialidades das organizações de formação, às necessidades das empresas e à evolução tecnológica.

Com efeito, a Matemática assume um papel determinante numa sociedade marcada por um desenvolvimento assíncrono e desarmónico, onde os cenários de exclusão são patentes.

Como já se havia referido, as políticas de formação profissional visam além de outros propósitos inverter a exclusão social. Neste âmbito, as finalidades intrínsecas ao ensino da Matemática procuram atender às necessidades de formação de uma sociedade em constante mutação por forma a criar condições de integração dos alunos no mercado de trabalho, com um desempenho consciente, atuante, interativo e transformador.

Além disso, o ensino da Matemática visa a aquisição e desenvolvimento de competências matemáticas e profissionais com prioridade na integração nas várias realidades sociais, através de uma sólida formação geral e sociocultural, munindo os alunos de instrumentos promotores do desenvolvimento pessoal, de compreensão “do mundo” e de participação ativa na sociedade.

No seguimento da operacionalização da avaliação, afigura-se a avaliação da GCM intencional e implementada de cada professor participante, sendo que considerou-se pertinente a explicitação prévia do enquadramento dos Curso Profissional de nível III objeto de avaliação.

### **7.3. Enquadramento do Curso Profissional de nível III objeto de avaliação da Gestão Curricular da Matemática de cada professor participante**

#### **7.3.1. Professor P1 - Curso Profissional de Técnico de Eletrotecnia**

Atento ao disposto no n.º 5 do artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, e ao abrigo dos n.ºs 1 e 2 do artigo 7.º da Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio, manda o Governo, pela Ministra da Educação, a criação do curso profissional de Técnico de Eletrotecnia que visa a saída profissional de Técnico de Eletrotecnia, criação, determinada pela Portaria n.º 917/2005 de 26 de Setembro.

O profissional de Técnico de Eletrotécnia, em conformidade com a classificação aprovada pela Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março, enquadra-se na família profissional de eletricidade e eletrónica e inscreve-se na área de educação e formação de eletricidade e energia (522).

O respetivo plano de estudos do referido curso apresenta-se no quadro 7.4. e é o presente no anexo n.º1 da portaria que determinou a sua criação, da qual faz parte integrante, e que resulta da reestruturação do curso profissional aprovado pelo diploma a que diz respeito o n.º 6 da mesma portaria.

**Quadro 7.4 - Plano de estudos do curso profissional de Técnico de Eletrotécnia**

<b>Componente de Formação</b>	<b>Total de horas (a) (ciclo de formação)</b>
<b>Componente de Formação Sociocultural</b>	
Português (b)	320
Língua Estrangeira I ou II (c)	220
Área de Integração	220
Tecnologias da Informação e Comunicação	100
Educação Física	140
<b>Subtotal</b>	<b>1000</b>
<b>Componente de Formação Científica</b>	
Matemática (b)	300
Física e Química (b)	200
<b>Subtotal</b>	<b>500</b>
<b>Componente de Formação Técnica</b>	
Eletricidade e Eletrónica	336
Tecnologias Aplicadas	277
Sistemas Digitais	99
Práticas Oficiais	468
Formação em Contexto de Trabalho	420
<b>Subtotal</b>	<b>1600</b>
<b>Total de horas/Curso</b>	<b>3100</b>

(a) Carga horária global não compartimentada pelos três anos do ciclo de formação, a gerir pela escola, de acordo com o estabelecido na Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio, e demais regulamentação aplicável.

(b) Disciplina sujeita a avaliação sumativa externa, nos termos previstos no artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, conjugado com os artigos 26.º, 27.º e 30.º a 33.º da Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio.

(c) O aluno deverá dar continuidade a uma das línguas estrangeiras estudadas no ensino básico.

Adaptado: In Diário da Republica, 1ª série-B Nº 185—26 de Setembro de 2005

Como se depreende do quadro anterior, a componente de formação científica do referido curso é constituída pelas disciplinas de Matemática e Física e Química, as quais, conjuntamente com a disciplina de Português, são objeto de avaliação sumativa externa patente na realização de exames nacionais, nos termos e para os efeitos estabelecidos no artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, conjugado com os artigos 26.º, 27.º e 30.º a 33.º da Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio.

O perfil de desempenho à saída do curso é o constante do anexo n.º 2 da Portaria n.º 917/2005 de 26 de Setembro, que define que um Técnico de Eletrotecnia “é um profissional qualificado apto a desempenhar tarefas de carácter técnico relacionadas com a instalação, manutenção e reparação de máquinas e equipamentos elétricos, nas áreas da eletricidade, eletrónica e automação, respeitando as normas de higiene e segurança e os regulamentos específicos” (p. 5812).

De acordo com o anexo acima citado, as principais atividades desempenhadas por este técnico são:

- (1) Selecionar criteriosamente componentes, materiais e equipamentos, com base nas suas características tecnológicas e de acordo com as normas e os regulamentos existentes;
- (2) Interpretar e utilizar corretamente manuais, esquemas e outra literatura técnica fornecida pelos fabricantes;
- (3) Efetuar operações de correção, ajuste e manutenção, segundo as instruções do fabricante;
- (4) Analisar e interpretar anomalias de funcionamento e formular hipóteses de causas prováveis;
- (5) Aplicar e respeitar as normas e os regulamentos relacionados com a atividade que desenvolve;
- (6) Aplicar e respeitar as normas de proteção do ambiente e de prevenção, higiene e segurança no trabalho;
- (7) Executar tarefas gerais, de carácter técnico, relacionadas com a instalação, manutenção e reparação de equipamento elétrico e eletrónico;
- (8) Montar instalações de baixa e média tensão de alimentação, comando e sinalização e proceder a operações de manutenção e reparação;

(9) Executar, orientar e colaborar na reparação e manutenção de máquinas e equipamentos elétricos.

### **7.3.2. Professor P2 - Curso Profissional de Técnico de Manutenção Industrial variantes de Eletromecânica, Mecatrónica, Mecatrónica Automóvel, e Aeronaves**

No âmbito da revisão curricular do ensino profissional e da racionalização da oferta formativa vigente, manda o Governo, pelo Secretário de Estado da Educação, a criação do curso profissional de Técnico de Manutenção Industrial/Eletromecânica pela Portaria n.º 894/2005, de 26 de Setembro.

A criação do referido curso mostrar-se-ia reveladora da necessidade de se proceder a uma reestruturação do mesmo, a fim de se dar melhor resposta aos perfis de desempenho correspondentes a diferentes saídas profissionais, no âmbito da manutenção industrial, de modo a, incluir itinerários de formação específicos (variantes) que correspondam a essas saídas profissionais. Por conseguinte, a criação de novas variantes permitirá assegurar uma maior resposta às necessidades locais e regionais do mercado de emprego, e uma maior otimização de recursos e permeabilidade entre itinerários de formação específicos (Philipp, et al., 2007a).

Consubstanciado no disposto no n.º 5 do artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, retificado pela Declaração de Retificação n.º 44/2004, de 25 de Maio, com as alterações inseridas pelo Decreto-Lei n.º 24/2006, de 6 de Fevereiro, retificado pela Declaração de Retificação n.º 23/2006, de 7 de Abril, e ao abrigo dos n.ºs 1 e 2 do artigo 7.º da Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio, com as alterações introduzidas pela Portaria n.º 797/2006, de 10 de Agosto, manda o Governo, pelo Secretário de Estado da Educação, a criação do curso profissional de técnico de manutenção industrial, com quatro variantes; eletromecânica, mecatrónica, mecatrónica automóvel e de aeronaves, que visam as saídas profissionais, respetivamente, de técnico de manutenção industrial/eletromecânica, de técnico de manutenção industrial/mecatrónica, de técnico de mecatrónica automóvel e de técnico de manutenção de aeronaves (Diário da República, 2006).

O curso profissional de técnico de manutenção industrial então criado substitui o curso profissional de técnico de manutenção industrial/eletromecânica, criado pela Portaria n.º 894/2005, de 26 de Setembro, com efeitos a partir do ano letivo 2006-2007, inclusive,

ficando criado um novo curso, que se enquadra na família profissional de serviços de mecânica e integra-se na área de educação e formação de metalurgia e metalomecânica (521), nas variantes de eletromecânica e de mecatrónica, e na área de educação e formação de construção e reparação de veículos a motor (525), nas variantes de mecatrónica automóvel e de aeronaves, de acordo com a classificação aprovada pela Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (Ministério da Educação, 2005). O plano de estudos do referido curso consta em anexo à referida portaria, da qual faz parte integrante, resultado da reestruturação dos cursos profissionais aprovados pelos diplomas a que se reporta o n.º 5 da presente portaria (Quadro 7.5).

**Quadro 7.5- Plano de estudos do curso profissional de Técnico de Manutenção Industrial, variantes de eletromecânica, de mecatrónica, de mecatrónica automóvel e de aeronaves**

<b>Componente de Formação</b>	<b>Total de horas (a) (ciclo de formação)</b>
<b>Componente de Formação Sociocultural</b>	
Português	320
Língua Estrangeira I, II ou III (b)	220
Área de Integração	220
Tecnologias da Informação e Comunicação	100
Educação Física	140
<b>Subtotal</b>	<b>1000</b>
<b>Componente de Formação Científica</b>	
Matemática	300
Física e Química	200
<b>Subtotal</b>	<b>500</b>
<b>Componente de Formação Técnica</b>	
Tecnologia e Processos (c)	410
Organização Industrial (c)	120
Desenho Técnico	170
Práticas Oficiais (c)	480
Formação em Contexto de Trabalho	420
<b>Subtotal</b>	<b>1600</b>
<b>Total de horas/Curso</b>	<b>3100</b>

(a) Carga horária global, não compartimentada pelos três anos do ciclo de formação, a gerir pela escola no âmbito da sua autonomia pedagógica, acautelando o equilíbrio da carga anual de forma a otimizar a gestão modular e a formação em contexto de trabalho.



*(b) O aluno escolhe uma língua estrangeira. Se tiver estudado somente uma língua estrangeira no ensino básico, iniciará, obrigatoriamente, uma segunda língua no ensino secundário.*

*(c) Esta disciplina contempla módulos específicos para cada uma das variantes (eletromecânica, mecatrónica, mecatrónica automóvel e de aeronaves).*

Adaptado: In Diário da Republica, 1ª série-Nº 226—23 de Novembro de 2006

A conclusão com aproveitamento do referido curso profissional é objeto de um diploma de conclusão do nível secundário de educação e um certificado de qualificação profissional de nível III, de acordo com o estabelecido no nº 1 e na alínea c) do nº 2 do artigo 15º do Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, retificado pela Declaração de Retificação nº 44/2004, de 25 de Maio, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 24/2006, de 6 de Fevereiro, retificado pela Declaração de Retificação nº 23/2006, de 7 de Abril, e no nº 1 do artigo 33º da Portaria nº 550-C/2004, de 21 de Maio, com as alterações introduzidas pela Portaria nº 797/2006, de 10 de Agosto.

O perfil de um Técnico de Manutenção Industrial variante de eletromecânica enquadra-se na aptidão a orientar e desenvolver atividades na área da manutenção relacionadas com análise e diagnóstico, controlo e monitorização das condições de funcionamento dos equipamentos eletromecânicos e instalações elétricas industriais. Igualmente planeia, prepara e procede a intervenções no âmbito da manutenção preventiva, sistemática ou corretiva, executa ensaios e repõe em marcha equipamentos, de acordo com as normas de segurança, saúde e ambiente e os regulamentos específicos em vigor.

As principais atividades a desempenhar por um Técnico de Manutenção Industrial variante de Eletromecânica são:

- (1) Interpretação de desenhos, normas e outras especificações técnicas a fim de identificar formas e dimensões, funcionalidades, materiais e outros dados complementares relativos a equipamentos eletromecânicos e instalações elétricas industriais;
- (2) Controlo do funcionamento dos equipamentos, com a deteção e diagnóstico de anomalias;
- (3) Planificação, desenvolvimento e controlo dos trabalhos de manutenção e de conservação de equipamentos e instalações respeitando as normas de segurança, saúde e ambiente e os regulamentos específicos em vigor;

- (4) Controlo e avaliação das intervenções de manutenção e os equipamentos intervencionais, utilizando instrumentos adequados;
- (5) Procedimento de instalação, preparação e ensaio de vários tipos de máquinas, motores e outros equipamentos industriais;
- (6) Colaboração no desenvolvimento de estudos e projetos de adaptação de sistemas e equipamentos para a melhoria da eficiência, ganhos de produtividade e prevenção de avarias.

### **7.3.3. Professor P3 – Curso Profissional de Técnico de Mecatrónica Automóvel**

O contexto a que se reporta a criação e o respetivo plano de estudos do referido curso, encontra-se já explanado no ponto 2.5.2. do presente capítulo.

O CPIII de Técnico de Manutenção Industrial variante de Mecatrónica Automóvel, contempla uma formação de um perfil profissional à saída do curso, com uma qualificação para a execução de:

- (1) Diagnóstico, reparação e a verificação de sistemas mecânicos, elétricos e eletrónicos de veículos;
- (2) Interpretação de esquemas elétricos e eletrónicos;
- (3) Planeamento, preparação e o controlo do trabalho da oficina;
- (4) Procedimento de controlo da qualidade das intervenções, gestão de informação e de garantias, afetando os meios técnicos, maximizando a produtividade, promovendo a melhoria da qualidade do serviço e a satisfação dos clientes (Ministério da Educação, 2005).

As principais atividades a desempenhar por um Técnico de Manutenção Industrial variante de Mecatrónica Automóvel são (Ministério da Educação, 2005):

- (1) Identificação e diagnóstico de avarias mais comuns nos sistemas do veículo automóvel;
- (2) Identificação de processos de reparação de carroçarias e pintura;
- (3) Planeamento, desenvolvimento e controlo dos trabalhos de diagnóstico de avarias, reparação e verificação, em veículos automóveis;

(4) Realização de uma correta deteção de necessidades oficinais, evidenciando aspetos de qualidade estratégica que compreendam a capacidade de análise e decisão;

(5) Diagnóstico, reparação e verificação de motores de combustão interna, sistemas de arrefecimento e lubrificação, sistemas de ignição, alimentação e sobrealimentação, sistemas elétricos e eletrónicos, sistemas de transmissão convencional e automática, sistemas de direção, suspensão e travagem, sistemas de carga e arranque, sistemas de segurança ativa, de segurança passiva e de conforto e segurança, sistemas de comunicação e informação, incluindo sistemas de som e sistemas de receção de GPS.

#### **7.3.4. Professor P4 – Curso Profissional de Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho e Ambiente**

De acordo com o disposto no n.º 5 do artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, e com os n.ºs 1 e 2 do artigo 7.º da Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio, manda o Governo, pela Ministra da Educação, a criação do curso profissional de Técnico de Higiene e Segurança do Trabalho e Ambiente, visando a saída profissional de Técnico de Higiene e Segurança do Trabalho e Ambiente.

O curso criado no número anterior enquadra-se na família profissional de serviços de proteção e segurança e insere-se na área de educação e formação de Segurança e Higiene no Trabalho (862), em conformidade com a classificação aprovada pela Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março.

Com a publicação da presente portaria fica extinto o curso profissional de Técnico de Higiene e Segurança do Trabalho e Ambiente, criado pela Portaria n.º 183/2002, de 1 de Março, retificada pela Declaração de Retificação n.º 15-F/2002, de 30 de Março.

Os alunos que concluírem com aproveitamento o presente curso profissional terão um diploma de conclusão do nível secundário de educação e um certificado de qualificação profissional de nível 3, de acordo com o previsto nos n.ºs 1 e 2 do artigo 15.º do Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, e no n.º 1 do artigo 33.º da Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio. O plano de estudos do curso é o constante no anexo n.º 1 da portaria que legisla a sua criação (Portaria n.º 891/05 de 26 de Setembro), a saber (Quadro 7.6):

Quadro 7.6- Plano de estudos do curso profissional de Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho e Ambiente

<b>Componente de Formação</b>	<b>Total de horas (a) (ciclo de formação)</b>
<b>Componente de Formação Sociocultural</b>	
Português (b)	320
Língua Estrangeira I ou II (c)	220
Área de Integração	220
Tecnologias da Informação e Comunicação	100
Educação Física	140
<b>Subtotal</b>	<b>1000</b>
<b>Componente de Formação Científica</b>	
Matemática (b)	300
Física e Química (b)	200
<b>Subtotal</b>	<b>500</b>
<b>Componente de Formação Técnica</b>	
Segurança e Higiene no Trabalho	440
Ambiente e Métodos de Análise de Risco do Trabalho	400
Saúde Ocupacional e Ergonomia	160
Saúde Ocupacional e Ergonomia	180
Estudo e Organização do Trabalho	420
Formação em Contexto de Trabalho	
<b>Subtotal</b>	<b>1600</b>
<b>Total de horas/Curso</b>	<b>3100</b>

(a) Carga horária global não compartimentada pelos três anos do ciclo de formação, a gerir pela escola, de acordo com o estabelecido na Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio, e demais regulamentação aplicável.

(b) Disciplina sujeita a avaliação sumativa externa, nos termos previstos no artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, conjugado com os artigos 26.º, 27.º e 30.º a 33.º da Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio.

(c) O aluno deverá dar continuidade a uma das línguas estrangeiras estudadas no ensino básico.

Adaptado: In Diário da Republica, 1ª série-B N° 185—26 de Setembro de 2005

A componente de formação científica do referido curso é constituída pelas disciplinas de Matemática e Física e Química, as quais, conjuntamente com a disciplina de Português, serão sujeitas a avaliação sumativa externa concretizada na realização de exames nacionais, ao abrigo dos termos e para os efeitos estabelecidos no artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, conjugado com os artigos 26.º, 27.º e 30.º a 33.º da Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio.

O perfil de desempenho à saída do curso de um Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho e Ambiente é o constante do anexo n.º 2 da Portaria nº 891/05 de 26 de Setembro, que caracteriza um Técnico de Higiene e Segurança do trabalho e Ambiente como o profissional qualificado apto a desenvolver atividades de prevenção e de proteção contra riscos profissionais, tendo como principais atividades:

A. Colaborar no planeamento e na implementação do sistema de gestão de prevenção da empresa: (1) Participar na elaboração de diagnósticos que permitam caracterizar o processo produtivo; (2) Participar na elaboração do plano de prevenção de riscos profissionais; (3) Participar na elaboração ou desenvolvimento de planos específicos de prevenção proteção exigidos pela legislação; (4) Participar na definição dos procedimentos a adotar em situações de emergência, designadamente de combate ao sinistro, de evacuação e de primeiros socorros.

B. Colaborar no processo de avaliação de riscos profissionais.

C. Identificar perigos associados às condições de segurança, aos contaminantes químicos, físicos e biológicos e à organização e carga de trabalho: (1) Estimar riscos a partir de metodologias e técnicas adequadas aos perigos detetados; (2) Valorar riscos a partir da comparação dos resultados obtidos na estimativa dos mesmos com critérios de referência previamente estabelecidos.

D. Desenvolver e implementar medidas de prevenção e de proteção: (1) Propor medidas de prevenção e de proteção, observando, nomeadamente, os princípios gerais de prevenção e as disposições legais; (2) Implementar e acompanhar a execução das medidas de prevenção e de proteção; (3) Assegurar a eficiência dos sistemas necessários à operacionalidade das medidas de prevenção e de proteção implementadas, acompanhando as atividades de manutenção dos sistemas e equipamentos de trabalho, verificando o cumprimento dos procedimentos preestabelecidos; (4) Gerir o aprovisionamento e a utilização de equipamentos de proteção individual assegurar a instalação e manutenção da sinalização de segurança; (5) Avaliar a eficiência das medidas implementadas, através da reavaliação dos riscos e da análise comparativa com a situação inicial;

E. Colaborar na conceção de locais, postos e processos de trabalho: (1) Participar nas vistorias aos locais, de forma a assegurar o cumprimento das medidas de prevenção e de proteção preconizadas; (2) Participar na integração das medidas de prevenção e de proteção na conceção de processos de trabalho e na organização dos postos de trabalho.

F. Colaborar no processo de utilização de recursos externos nas atividades de prevenção e de proteção: (1) Participar na identificação de recursos externos e no processo da sua contratação; (2) Acompanhar a ação dos serviços contratados, disponibilizando a informação e contribuindo para a obtenção dos meios necessários à sua intervenção, promovendo a sua articulação com os diversos sectores da empresa e participando na implementação das respetivas medidas; (3) Participar no processo de avaliação de desempenho dos serviços contratados e da adequabilidade e viabilidade das medidas preconizadas.

G. Assegurar a organização da documentação necessária ao desenvolvimento da prevenção na empresa: (1) Elaborar registos e organizar e atualizar documentação através do tratamento e arquivo regular da informação; (2) Garantir a acessibilidade da informação, identificando os destinatários e utilizadores e assegurando o envio da respetiva documentação; (3) Colaborar nos processos de informação e formação dos trabalhadores e demais intervenientes nos locais de trabalho; (4) Identificar necessidades de informação e participar na conceção de conteúdos e suportes de informação; (5) Difundir suportes de informação, participar em sessões de sensibilização e prestar informações; (6) Participar na avaliação da eficácia do programa de informação, utilizando instrumentos adequados e identificando desvios entre a informação transmitida e as práticas; (7) Participar na identificação de necessidades de formação, na definição de objetivos e conteúdos de formação, na seleção de instrumentos pedagógicos e na identificação dos meios e condições de desenvolvimento da formação; (8) Ministras ou acompanhar ações de formação e participar no processo de avaliação dos formandos; (9) Participar na avaliação do programa de formação, utilizando instrumentos adequados e avaliando o impacto da formação ao nível dos comportamentos e das disfunções diagnosticadas.

H. Colaborar na integração da prevenção no sistema de comunicação da empresa: (1) Participar na implementação de procedimentos de comunicação, assegurando a difusão da informação relativa a prevenção junto dos destinatários; (2) Participar na avaliação da adequabilidade dos instrumentos de informação e da eficácia dos procedimentos de comunicação.

I. Colaborar no desenvolvimento de processos de consulta e de participação dos trabalhadores: (1) Apoiar tecnicamente as atividades de consulta e o funcionamento dos

órgãos de participação dos trabalhadores da empresa no âmbito da prevenção; (2) Participar na análise das propostas resultantes da participação dos trabalhadores.

J. Colaborar no desenvolvimento das relações da empresa com os organismos da rede de prevenção: (1) Recolher os elementos necessários às notificações obrigatórias; (2) Organizar os elementos necessários à obtenção de apoio técnico de organismos da rede, identificando as respetivas competências e capacidades e disponibilizando a informação necessária ao apoio a solicitar; (3) Acompanhar o desenvolvimento de inspeções, bem como de auditorias, quer ambientais, quer de higiene e segurança; (4) Colaborar na análise de relatórios sobre qualidade ambiental: água, ar e solos; (5) Colaborar com as empresas no estudo de uma possível implementação de tecnologias limpas.

### **7.3.5. Professor P5 – Curso Profissional de Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica**

O contexto a que se reporta a criação, o respetivo plano de estudos e o perfil profissional do referido curso, encontram-se explanados no ponto 2.5.2. do presente capítulo, por ser o mesmo contexto onde se desenvolveu a avaliação da GCM do professor P2.

### **7.3.6. Professor P6 – Curso Profissional de Técnico de Energias Renováveis variante de Sistemas Solares, Sistemas Eólicos e Sistemas de Bioenergia**

De acordo com o disposto no n.º 5 do artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, e com os n.ºs 1 e 2 do artigo 7.º da Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio, manda o Governo, pela Ministra da Educação, a criação do curso profissional de Técnico de Energias Renováveis, com as variantes de Sistemas Solares, de Sistemas Eólicos e de Sistemas de Bioenergia em Portaria nº 944/05 de 28 de Setembro. A primeira variante, visa, as saídas profissionais de técnico instalador de sistemas solares térmicos e de técnico instalador de sistemas solares fotovoltaicos, e as restantes variantes, as saídas profissionais de técnico instalador de sistemas eólicos e de técnico instalador de sistemas de bioenergia, respetivamente.

Em conformidade com a classificação aprovada pela Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março, o curso criado enquadra-se na família profissional de mecânica e insere-se na área de educação e formação de Eletricidade e Energia (522),

Com a publicação da Portaria n.º 944/05 de 28 de Setembro, fica extinto o curso profissional de Técnico de Mecânica/Energias Alternativas, criado pela Portaria n.º 634/95, de 21 de Junho.

O plano de estudos do curso que a seguir se apresenta (Quadro 7.7), encontra-se divulgado no anexo n.º 1 da portaria supra citada, que determinou a sua criação.

**Quadro 7.7- Plano de estudos do curso profissional de Energias Renováveis variantes de Sistemas Solares, de Sistemas Eólicos e de Sistemas de Bioenergia**

<b>Componente de Formação</b>	<b>Total de horas (a) (ciclo de formação)</b>
<b>Componente de Formação Sociocultural</b>	
Português (c)	320
Língua Estrangeira I ou II (d)	220
Área de Integração	220
Tecnologias da Informação e Comunicação	100
Educação Física	140
<b>Subtotal</b>	<b>1000</b>
<b>Componente de Formação Científica</b>	
Matemática (c)	300
Física e Química (c)	200
<b>Subtotal</b>	<b>500</b>
<b>Componente de Formação Técnica</b>	
Tecnologias e Processos (e)	435
Organização Industrial	120
Desenho Técnico (e)	300
Práticas Oficiais (e)	325
Formação em Contexto de Trabalho	420
<b>Subtotal</b>	<b>1600</b>
<b>Total de horas/Curso</b>	<b>3100</b>

(a) As variantes a oferecer, bem como o número de variantes a funcionar no mesmo ciclo de formação, dependem das opções da escola, no âmbito do seu projeto educativo, e ainda, consoante a natureza jurídica do estabelecimento de educação e ensino, da sua conformidade com o previsto na respetiva autorização de funcionamento, ou com o aprovado em sede de definição da rede nacional de oferta formativa, nos termos do n.º 7 do artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março.



(b) *Carga horária global não compartimentada pelos três anos do ciclo de formação, a gerir pela escola, de acordo com o estabelecido na Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio, e demais regulamentação aplicável.*

(c) *Disciplina sujeita a avaliação sumativa externa, nos termos previstos no artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, conjugado com os artigos 26.º, 27.º e 30.º a 33.º da Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio.*

(d) *O aluno deverá dar continuidade a uma das línguas estrangeiras estudadas no ensino básico.*

(e) *Esta disciplina contempla módulos específicos para cada uma das variantes acima identificadas.*

Adaptado: In Diário da Republica, 1ª série-B N° 187—28 de Setembro de 2005

A componente de formação científica supra citado curso é constituída pelas disciplinas de Matemática e Física e Química, as quais, conjuntamente com a disciplina de Português, estarão sujeitas a avaliação sumativa externa concretizada na realização de exames nacionais ao abrigo e para os efeitos estabelecidos no artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, articulado com os artigos 26.º, 27.º e 30.º a 33.º da Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio.

Os alunos que concluírem com aproveitamento o presente curso profissional terão um diploma de conclusão do nível secundário de educação e um certificado de qualificação profissional de nível 3, de acordo com o previsto nos n.ºs 1 e 2 do artigo 15.º patente no Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, e no n.º 1 do artigo 33.º da Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio.

O perfil de desempenho à saída do curso do Técnico Instalador de Sistemas Solares (térmicos/solares fotovoltaicos) é o constante no anexo n.º 2 da Portaria nº 944/05 de 28 de Setembro, que define um técnico de energias renováveis/sistemas solares como sendo *o profissional qualificado apto a programar, organizar, coordenar e executar a instalação, a manutenção e a reparação de sistemas solares térmicos e de sistemas solares fotovoltaicos, de acordo com as normas, os regulamentos de segurança e as regras de boa prática aplicáveis* (p.5863).

As principais atividades desempenhadas por este técnico prendem-se com a:

(1) Programar e organizar os trabalhos a executar: Analisar o projeto de instalação, identificando os equipamentos e acessórios a instalar e a sua localização; Definir, em pequenos sistemas solares térmicos domésticos e em pequenos sistemas solares fotovoltaicos domésticos, os equipamentos e acessórios a instalar, assim como a sua

localização, dimensionamento e orientação dos coletores, avaliando as condições físicas do local de instalação, as necessidades térmicas e outras especificações técnicas; Preparar as condições necessárias à execução da instalação, da manutenção e da reparação de sistemas solares térmicos e de sistemas solares fotovoltaicos, definindo os métodos de trabalho, os meios humanos e materiais e as ferramentas a utilizar.

(2) Coordenar e supervisionar a instalação dos sistemas solares térmicos, assegurando o cumprimento das normas, dos regulamentos de segurança e das regras de boa prática aplicáveis: Coordenar e supervisionar a instalação de equipamentos, nomeadamente coletores, bombas e dispositivos de segurança, quer de pressão e temperatura, quer de natureza elétrica, a fim de assegurar o correto funcionamento dos mesmos; Executar ou supervisionar os ensaios do sistema solar térmico, utilizando equipamentos de medida e controlo, verificando a estanquidade das tubagens, a sua fixação e o isolamento térmico, bem como o desempenho global do sistema aquando do arranque, a fim de assegurar o seu adequado funcionamento.

(3) Coordenar e supervisionar a instalação dos sistemas solares fotovoltaicos, assegurando o cumprimento das normas, dos regulamentos de segurança e das regras de boa prática aplicáveis: Coordenar e supervisionar a instalação de equipamentos, nomeadamente módulo fotovoltaico, bateria, regulador de tensão, instalação elétrica e dispositivos de segurança, a fim de assegurar o correto funcionamento dos mesmos; Executar ou supervisionar os ensaios do sistema solar fotovoltaico, utilizando equipamentos de medida e controlo, verificando a sua fixação e o isolamento térmico, bem como o desempenho global do sistema aquando do arranque, a fim de assegurar o seu adequado funcionamento.

(4) Coordenar e supervisionar a reparação dos sistemas solares térmicos e dos sistemas solares fotovoltaicos, assegurando o cumprimento das normas, dos regulamentos de segurança e das regras de boa prática aplicáveis: Coordenar e supervisionar o diagnóstico de anomalias nos sistemas solares térmicos e nos sistemas solares fotovoltaicos, procedendo ao controlo do funcionamento de equipamentos e acessórios, de acordo com as especificações técnicas dos mesmos; Coordenar e supervisionar a reparação de anomalias nos sistemas solares térmicos e nos sistemas solares fotovoltaicos, verificando as avarias ocorridas e ou os

equipamentos e acessórios danificados e providenciando a sua reparação ou substituição; Executar ou supervisionar os ensaios do sistema solar térmico e do sistema solar fotovoltaico reparados, utilizando equipamentos de medida e controlo, verificando a estanquidade do primeiro e o desempenho global de ambos os sistemas aquando do arranque, a fim de assegurar o seu adequado funcionamento.

(5) Executar, sempre que necessário, a instalação e a reparação de sistemas solares térmicos e de sistemas solares fotovoltaicos de acordo com as normas, os regulamentos de segurança e as regras de boas práticas aplicáveis: Assegurar a manutenção dos sistemas solares térmicos e dos sistemas solares fotovoltaicos, de acordo com os planos de manutenção definidos, e efetuar ensaios após intervenção, a fim de assegurar o seu adequado funcionamento; Prestar assistência técnica a clientes, aconselhando sobre as diferentes opções e esclarecendo dúvidas sobre o funcionamento dos sistemas solares térmicos e dos sistemas solares fotovoltaicos; Elaborar relatórios e preencher documentação técnica relativa à atividade desenvolvida.

#### **7.4. Avaliação da Gestão Curricular Intencional e Implementada da Matemática em Cursos Profissionais de nível PIII.**

O presente item constitui a concretização do objetivo 3 definido para a presente investigação. Pretende-se, assim, avaliar a GCM intencional e implementada pelos seis professores participantes nos CPIII, ou seja, descortinar a que nível a GCM dos professores participantes no estudo constitui o contributo para a desejável promoção de competências nos alunos.

A recolha e tratamento dos dados da GCM intencional e da GCM implementada foram realizados no contexto do ensino da Matemática a CPIII, em duas fases distintas. A primeira fase recaiu na avaliação da GCM intencional sustentada nas planificações de cada aula observada (ver anexos I a XII) tendo como intenção a visão antecipada da GCM intencional. A segunda fase operacionalizou-se durante a GCM implementada (observação de aulas), sobre as quais foram tomadas notas de campo (ver apêndices II a XIII), permitindo estabelecer comparações e, conseqüentemente, avaliar o modo e o nível de concretização das intenções expressas nos respetivos planos de aula.

Como já se havia referido, a avaliação da GCM, foi operacionalizada em função de um sistema de referências que determinaram a escolha de critérios e indicadores, permitindo uma avaliação mais criteriosa e transparente. Contudo optou-se no presente estudo não apresentar previamente o referencial de avaliação aos professores participantes, para que a avaliação assumisse maior naturalidade capaz de transmitir um retrato fiel da realidade sem que essa realidade fosse alterada.

Na operacionalização da avaliação que a seguir se apresenta cada situação será identificada por um código que identifica através do primeiro algarismo o professor observado e o segundo algarismo a sequência da sua apresentação em contexto de sala de aula.

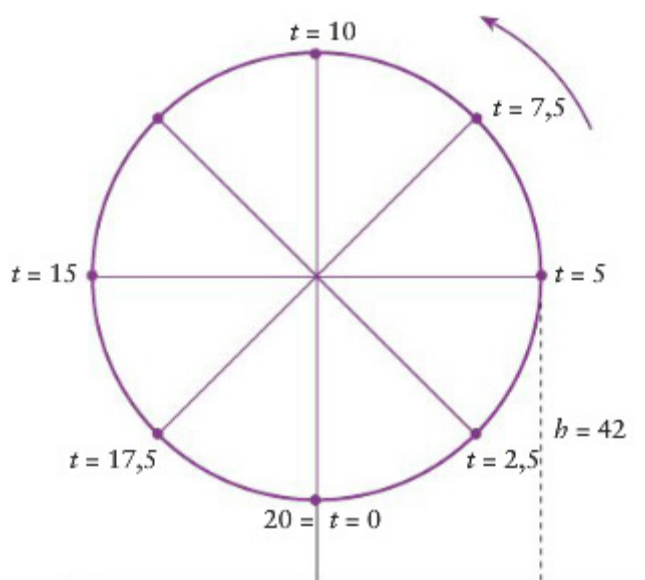
#### **7.4.1. Avaliação da GCM intencional e implementada pelo professor P1 no Curso de Técnico de Eletrotécnia**

##### **Avaliação da GCM intencional do professor P1 – 1ª aula**

A avaliação da GCM intencional do professor P1 incidiu no plano da aula que foi objeto de posterior observação no dia cinco de Abril de dois mil e onze, para a avaliação da GCM implementada e teve a duração de 90 minutos. O plano da primeira aula reporta-se ao 11º ano, módulo A4 Funções Periódicas, cujo propósito foi “a consolidação das funções polinomiais e estudo das funções trigonométricas”. Para tal foram propostas duas situações-problema que se identificam por S11 e S12 e sobre as quais incidirá a avaliação.

Uma roda de diversões gigante dá uma volta completa em 20 minutos. Tomou-se nota da altura a que se encontra uma das cadeiras ao longo do tempo e registaram-se esses valores na tabela seguinte.

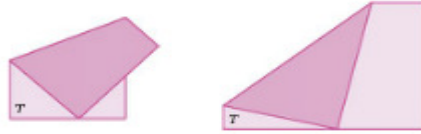
$x$ (tempo em minutos)	$y$ (altura em metros)
0	4
2,5	15
5	42
7,5	69
10	80
12,5	69
15	42
17,5	15
20	4



Sabendo que a função que modela a situação referida é sinusoidal, vamos recorrer à calculadora gráfica para descobrir a sua expressão.

Figura 7.1: Situação-problema S11

Dobre uma folha de papel de modo que o canto superior esquerdo toque o lado interior da folha, tal como mostram as figuras seguintes:



Qual o triângulo T, de maior área, formado no canto inferior esquerdo da folha da dobragem?

Figura 7.2: Situação-problema S12

### Avaliação da natureza das situações-problema S11 e S12

Consta na planificação, como objetivo propor aos alunos a “resolução de problemas onde seja necessário escolher o modelo mais adequado à situação”. Para tal o professor expressa a pretensão de privilegiar a metodologia “apresentar aos alunos situações para modelação matemática”.

Analisada a situação-problema S11, verifica-se que a apresentação da tabela com a identificação das variáveis e a identificação da função sinusoidal como modelo que melhor se ajusta à situação referida, impossibilita que os alunos conjeturem, além disso a situação-problema tal como se apresenta não tem origem num problema de análise, otimização e controle de processos, considerando-se por isso, que não reúne as características de uma situação-problema de natureza de MM.

Relativamente à situação-problema S12, afere-se que tem origem num problema de análise, controlo e otimização de um processo. Considera-se que o problema é marcado pela incerteza subentendendo-se que para a sua resolução os alunos terão que formular conjeturas no sentido de matematizar o problema. Desta avaliação, afere-se a existência de natureza de MM na situação referida.

### Avaliação da pertinência das situações-problema S11 e S12

As situações-problema S11 e S12 não são pertinentes, uma vez que apenas aludem a fenómenos reais, já que o contexto respetivamente “a roda gigante de um parque de diversões” e a “dobragem de uma folha de papel A4”, não estabelecem uma relação com o contexto profissional do curso a que se destina.

### **Avaliação do grau de desafio da S11 e S12**

A situação-problemas S11 apresenta um grau de desafio inadequado, uma vez que não admite uma dificuldade significativa, atendendo a que os alunos terão apenas que colocar os dados na calculadora gráfica e recorrer como orienta o professor às funcionalidades da regressão sinusoidal, considerando-se assim o grau de desafio da referida situação inadequado. Este aspeto vem reforçar a avaliação proferida anteriormente acerca da natureza da referida situação.

A situação-problema S12 admite uma dificuldade significativa (desafio elevado), atendendo a que não dispõe de um método imediato de resolução, exigindo previamente que os alunos conjeturem e recolham os dados. Assim, a avaliação espelha um adequado grau de desafio.

### **Avaliação do grau de estrutura da S11 e S12**

S11 apresenta uma estrutura inadequada, pois assume uma estrutura fechada, por existir uma orientação explícita para a determinação de um modelo sinusoidal a obter com recurso à calculadora gráfica, impedido a seleção pelos alunos do plano ou estratégia de resolução. Não admite uma indeterminação significativa da questão de investigação, já que o objetivo limita-se à determinação do modelo tendo por base uma tabela de dados previamente apresentados.

A situação-problema S12 apresenta uma estrutura adequada (aberta) atendendo a que permite a seleção das estratégias e ferramentas matemáticas mais adequadas. Verifica-se a indeterminação significativa da questão de investigação (concretização do objetivo), pois não é explícito, que para se dar resposta ao problema (dimensões do triângulo de maior área, formado no canto inferior esquerdo da folha de dobragem) se tenha que determinar o modelo que estabelece a relação funcional entre as variáveis consignadas (base ou altura e respetiva área do triângulo).

### **Avaliação do processo adotado**

Atendendo a que a avaliação caracterizou a situação-problema S11 de natureza que não de MM, considerou-se no entanto pertinente proceder à avaliação das etapas do

processo adotado para se perceber o seu nível de pretensão e execução atendendo a que o professor teve como propósito envolver os alunos na MM.

### **1ª Etapa - Problema do mundo real e das profissões**

A planificação não evidencia a existência de simplificação das situações-problema S11 e S12 através de um enunciado claro. Contudo, a formulação de S11 leva-nos a inferir que a apresentação da tabela com a identificação das variáveis, não promove a simplificação do enunciado que já se apresenta simplificado. O mesmo não poderá ser dito em relação à S12 que, atendendo ao seu enunciado, implicitamente leva a que os alunos procedam à compreensão do fenómeno com a clarificação das informações relevantes e não relevantes, para a simplificação da situação através de um enunciado claro.

### **2ª Etapa - Formulação de conjecturas**

A planificação não espelha de forma explícita o objetivo de orientar os alunos para a estruturação de S11 e S12, apesar disso, a formulação da situação-problema S11 impede a formulação de conjecturas pelos alunos, uma vez que é apresentada a tabela com a identificação das variáveis. Relativamente à situação-problema S12, pode-se aferir a promoção da formulação de conjecturas pelos alunos.

### **3ª Etapa - Matematização da situação-problema**

Afere-se a inexistência de autonomia na consecução do plano de matematização de S11, uma vez que se orienta o aluno para o método gráfico com recurso à calculadora gráfica informando o tipo de modelo (sinusoidal) representativo da situação-problema S11. Além disso atendendo à restrição ao método gráfico parece verifica-se a inadequada matematização da situação-problema S11. Em relação à situação-problema S12, considerando a ausência de orientações parece deliberar-se autonomia ao aluno na consecução do plano de matematização de S12. A respeito da adequação da matematização não foram encontrados indicadores que permitam emitir um juízo de valor



a este respeito. Apesar disso, podemos referir que a formulação da situação-problema S12 permite essa adequação.

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Inexistência na planificação de proposta de resolução de problemas inerentes ao seu contexto de S11, uma vez que é pedido apenas o modelo sinusoidal. Em relação à situação-problema S12, consta a proposta de resolução de um problema inerente ao seu contexto, a saber “Qual o triângulo T, de maior área, formado no canto inferior esquerdo da folha da dobragem?”. Relativamente a este problema não é solicitada a justificação dos procedimentos a adotar na sua resolução.

#### **5ª Etapa - Interpretação da solução do problema**

Não se encontram indicadores que espelhem a existência de pretensão de solicitar a interpretação da solução à luz do contexto de S12.

#### **6ª Etapa – Validação do modelo**

Inexistência de proposta de análise do nível de representatividade dos modelos de S11 e S12, no plano da aula.

#### **7ª Etapa – Elaboração do relatório**

Inexistência de proposta aos alunos da elaboração de um relatório descritivo e reflexivo dos procedimentos adotados na procura dos modelos inerentes as situações-problema S11 e S12.

#### **Avaliação das conexões intra-matemáticas**

Inexistência de indicadores que espelhem a promoção de conexões com outro conteúdo do currículo de Matemática na consecução da S11. A situação-problema S12 promove conexões com o cálculo da área de triângulos.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares**

Inexistência na planificação de proposta de conexões na realização de S11 e S12 com disciplinas que integram uma das componentes de formação do curso em particular com disciplinas que integram a componente de formação do curso de Técnico de Eletrotécnica. A ausência destas conexões imergem das referidas situações não serem pertinentes para o curso supracitado.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

A planificação contempla o recurso ao manual adotado, à calculadora gráfica e o quadro preto, pelo que se afere a integração restrita de tecnologias à calculadora gráfica.

### **Avaliação da GCM implementada pelo professor P1 – 1ª aula**

#### **Avaliação da natureza das situações-problema S11 e S12**

Foram propostas na aula observada as situações-problema S11 e S12, com a mesma formulação apresentada no plano de aula, pelo que se continua a considerar apenas a situação-problema S12 de natureza de MM. Assim, apesar do propósito do professor ser envolver os alunos na MM para a obtenção do modelo representativo do fenómeno, considerámos que este objetivo apenas foi parcialmente concretizado.

#### **Avaliação da pertinência das situações-problema S11 e S12**

As situações-problema S11 e S12 não são pertinentes para o curso, atendendo a que se manteve o mesmo contexto espelhado no plano de aula.

### **Avaliação do grau de desafio da S11 e S12**

Observou-se na realização da situação-problema S11, os alunos a proceder ao registo na calculadora gráfica dos dados apresentados na tabela, para obtenção do modelo sinusoidal, pelo que este procedimento não admite uma dificuldade significativa, logo admite um grau de desafio reduzido. Assim considera-se o grau de desafio da referida situação-problema atendendo à sua natureza é adequado.

Considera-se que a situação-problemas S12 admite uma dificuldade significativa (desafio elevado), logo um adequado grau de desafio, dado que se observou que os alunos não dispuseram de um método imediato de resolução, pelo que conjeturem e recolham os dados, para a seleção da estratégia mais adequada de resolução.

### **Avaliação do grau de estrutura da S11 e S12**

O professor à semelhança do planificado, na realização da situação-problema S11, orientou os alunos para a obtenção do modelo sinusoidal com recurso à calculadora gráfica. Assim, não admitiu uma indeterminação significativa da questão de investigação o que caracteriza uma estrutura fechada, logo inadequada.

Os alunos procederam à análise da situação-problema e à seleção das estratégias e ferramentas matemáticas a utilizar na sua resolução. Perante a indeterminação da questão de investigação, os alunos, após análise e discussão no grupo turma, concluíram que, para se dar resposta ao problema, têm que encontrar o modelo que estabelece a relação funcional entre base ou altura do triângulo e respetiva área. Pelo exposto a situação-problema S12 apresenta uma estrutura aberta, logo adequada.

### **Avaliação do processo adotado**

#### **1ª Etapa - Problema do mundo real e das profissões**

Os alunos apenas simplificaram a situação-problema S12 através de um enunciado claro, uma vez que tal não foi necessário para a situação-problema S11, uma vez que lhes

foi dada a tabela com a identificação das variáveis e os respectivos dados. A simplificação da situação-problema S12 foi realizada em grande grupo, com a orientação e interpelação do professor. Foi analisado o contexto do problema e identificadas as informações relevantes e não relevantes.

### **2ª Etapa - Formulação de conjeturas**

A apresentação da tabela de dados com a identificação das variáveis e seu significado na situação-problema S11 impediu que os alunos conjeturassem. Quanto à situação-problema S12, observou-se a existência de conjeturas pelos alunos, que envolveu numa primeira fase à execução de várias dobragens para se responder às questões: (1) Quais as dimensões de uma folha de papel A4?; (2) Entre que valores varia a altura e a base dos triângulos formados pelas dobragens?; (3) Identificação das constantes envolvidas (dimensões de uma folha de papel A4); (4) Generalização e identificação das variáveis a considerar (base do triângulo e altura do triângulo); (5) Seleção dos símbolos apropriados para as variáveis ( $x$  – base do triângulo e  $y$  – altura do triângulo); (6) Descrição das relações entre as variáveis (área de um triângulo é determinada em função da base e da altura do triângulo).

### **3ª Etapa - Matematização da situação-problema**

Inexistência de autonomia e inadequação do processo de matematização da situação-problema S11, uma vez que os alunos foram orientados para a regressão sinusoidal a obter unicamente pelo método gráfico com auxílio da calculadora gráfica, não se concretizando o confronto com pelo menos outro método. Em relação à matematização da situação-problema S12, atendendo à ausência de orientações, os alunos procederam autonomamente à sua matematização, tendo recolhido previamente os dados e construído a sua representação gráfica. Apesar disso, limitaram-se ao método gráfico, sem confronto com outros métodos, fato que determina uma inadequada matematização da situação-problema S12.

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Atendendo a que os alunos limitaram-se à obtenção do modelo com recurso à calculadora gráfica, conclui-se a inexistência de resolução de problemas inerentes ao contexto da situação S11.

Relativamente à situação-problema S12, os alunos após a obtenção do modelo procederam a resolução do problema “Qual o triângulo T, de maior área, formado no canto inferior esquerdo da folha da dobragem?”. Relativamente a este problema os alunos justificaram os procedimentos adotados, pelo que se considera os procedimentos adequados.

#### **5ª Etapa - Interpretação da solução do problema**

Na situação-problema S11 não houve interpretação da solução, pela ausência de resolução de problemas inerentes ao contexto.

Existência de interpretação pelos alunos da solução à luz do contexto de S12, a saber: “A área máxima (máximo da função) é aproximadamente  $46,63\text{cm}^2$  para  $x=12,11\text{cm}$  e  $y=7,04\text{cm}$ ”.

#### **6ª Etapa – Validação do modelo**

Os alunos não validaram em nenhuma das situações-problema S11 e S12 os modelos determinados.

#### **7ª Etapa – Elaboração do relatório**

Inexistência de realização de um relatório descritivo e reflexivo dos procedimentos implementados na realização das situações-problema S11 e S12.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas**

Inexistência de conexões com outro conteúdo do currículo de Matemática na consecução da S11. Na realização da situação-problema S12, observou-se a conexão com o cálculo da área de triângulos, pelo que se constatou a existência de conexões intra-matemáticas, contudo não de forma abrangente, uma vez que não se estabeleceu as referidas conexões com, pelo menos, dois conteúdos da Matemática.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares**

Inexistência de conexões interdisciplinares na consecução de S11 e S12. Como já havíamos referido a ausência destas conexões deve-se às referidas situações não serem pertinentes para o curso supracitado. Assim, atendendo à ausência de conexões ficou comprometida a sua abrangência.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Inexistência de tecnologias na sala onde ocorreu a observação da aula. A sala de aula apenas dispunha de uma televisão e de um quadro preto. Em função disso, o professor restringiu a integração das tecnologias à calculadora gráfica.

### **Avaliação da GCM intencional do professor P1 – 2ª aula**

A avaliação da GCM intencional do professor P1 incidiu num segundo momento, no plano da aula que foi objeto de posterior observação no dia vinte e seis de Abril de dois mil e onze, para a avaliação da GCM implementada e teve a duração de 90 minutos. O plano da segunda aula reporta-se ao 11º ano, módulo A6 – Taxa de Variação, cujo propósito foi o estudo da variação de uma função num intervalo. Derivada num ponto. Para tal foram propostas quatro situações-problema que passamos a identificar por S13, S14, S15 e S16, sobre as quais se incidirá a avaliação.

Uma empresa fabrica peças elétricas. Por dia, o lucro em euros,  $P(x)$ , que a empresa obtém é dado por:  $P(x) = -x^2 + 80x - 890$ ,  $0 \leq x \leq 100$ , onde  $x$  representa o número de peças vendidas em centenas.

- (1) Use a calculadora gráfica para obter um esboço do gráfico da função;
- (2) Determine o lucro máximo que a empresa pode ter e o número de peças que deve vender para que tal aconteça;
- (3) Cálculo e interpretação da variação da função nos intervalos  $[14,17]$ ,  $[46,66]$  e  $[14,66]$ .

Figura 7.3: Situação-problema S13

Observe o gráfico da função  $h$  definida por:  $h(x) = -0,07x^2 + 0,84x + 1,5$

- (1) Determine a altura máxima atingida pela bola;
- (2) Calcule e interprete  $h(4) - h(1)$ ;
- (3) Indique a sabendo que  $h(10) - h(a) = 0$

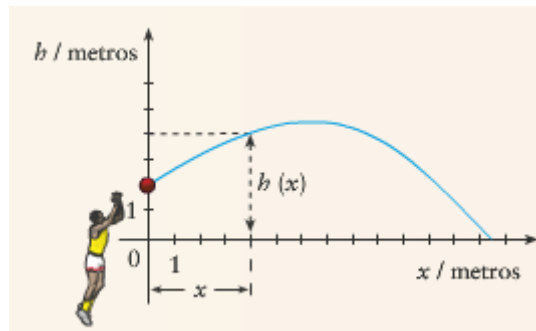


Figura 7.4: Situação-problema S14

O departamento financeiro de uma empresa estimou que o rendimento,  $r$ , em milhares de euros, obtido na venda de determinado produto no primeiro quadrimestre deste ano, era dado por:  $r(t) = 0,3t^3 - 2,95t^2 + 6,5t + 3$ , onde  $t$  é expresso em meses.

- (1) Esboce o gráfico da função  $r$  no intervalo  $[0,4]$ ;
- (2) Calcule  $r(4) - r(3)$  e interprete o resultado;
- (3) Determine a derivada da função  $r$  para  $t=0$ ;  $t=1$ ;  $t=2$ ;  $t=3$ ;  $t=4$

Figura 7.5: Situação-problema S15

Numa calculadora, obteve-se o gráfico da função  $f$  definida por:  $f(x) = x^3 - 5x^2 + 6x$

- (1) Utiliza a calculadora para determina a derivada da função  $f$  no ponto 0 e no ponto 1;
- (2) Determine a equação reduzida da reta tangente ao gráfico da função no ponto de abcissa 1.

**Figura 7.6: Situação-problema S16**

### **Avaliação da natureza das situações-problema S13, S14, S15 e S16**

Consta na planificação como objetivo a proposta aos alunos de situações de aplicação para a consolidação dos conteúdos abordados. Da análise das situações-problema S13, S14, S15 e S16, verifica-se em todas elas a apresentação do modelo matemático representativo do fenómeno descrito, para o seu manuseamento na resolução dos problemas apresentados. Neste sentido, as situações-problema S13, S14, S15 e S16 não se enquadram na natureza de MM, mas sim nas aplicações matemáticas, uma vez que têm origem no modelo matemático representativo do fenómeno previamente apresentado pelo professor, que se manuseia para se dar resposta aos problemas (tirar conclusões, fazer cálculos, verificar exemplos e resultados).

### **Avaliação da pertinência das situações-problema S13, S14, S15 e S16**

Atendendo à análise do contexto das situações-problema S13, S14, S15 e S16, conclui-se que apenas as situações-problema S13, S15 são pertinentes para o curso, uma vez que são alusivas a fenómenos do mundo real e profissional do curso, respetivamente, lucro de uma indústria de peças para móveis, e rendimento determinado pelo departamento financeiro de uma empresa. Contrariamente, as situações-problema S14 e S16 não são pertinentes, já que a primeira alude a um fenómeno real mas não profissional (lançamento de uma bola por um atleta de basquete) e a segunda apresenta-se sem contextualização.



### **Avaliação do processo adotado**

Atendendo a que a avaliação caracterizou a situação-problema S13, S14, S15 e S16 de natureza que não de MM, considerou-se no entanto pertinente proceder à avaliação das etapas do processo adotado para se perceber o seu nível de pretensão e execução das mesmas.

Os modelos representativos dos fenómenos inerentes a cada uma das situações supra citadas são previamente apresentados, ficando inviabilizada a execução das etapas para a matematização dos respetivos fenómenos. Face a isto, o processo adotado tem origem no respetivo modelo matemático, que se manuseia para se dar resposta aos problemas propostos inerentes a cada contexto.

### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Patenteia-se a existência de proposta de resolução de problemas inerentes a cada um dos contextos das situações-problema S13, S14, S15 e S16, cuja resolução se concretizará pelo manuseamento do modelo representativo. A respeito dos procedimentos de resolução dos problemas a planificação não evidencia que se pretende solicitar junto dos alunos a justificação dos procedimentos.

### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

Na planificação consta como objetivo os alunos procederem à interpretação da taxa média de variação e da taxa de variação num ponto à luz de cada uma das situações-problema S13, S14, S15 e S16.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas**

Pela análise do enunciado de S13 verifica-se a existência de conexões com outros conteúdos do currículo de Matemática, nomeadamente: (1) Determinação de uma imagem dado o seu objeto, no cálculo da variação de uma função num intervalo; (2) Resolução de

equações do 2º grau no cálculo dos zeros para seguidamente determinar-se o ponto médio e respetiva imagem que correspondem às coordenadas do vértice da função para se responder à questão, que diz respeito ao lucro máximo da empresa e o respetivo número de peças que é necessário produzir. Relativamente à situação-problema S14 também de verifica a promoção de conexões com outros conteúdos do currículo de Matemática, a saber: determinação da altura máxima atingida pela bola, através do método algébrico, no cálculo das coordenadas do vértice da parábola (zeros de uma função quadrática, ponto médio e determinação de uma imagem dado o objeto) ou da determinação da variação da função num dado intervalo com o estudo das funções abordado no 8º ano (determinação de uma imagem dado o objeto). Na situação-problema S15 verifica-se a existência de promoção de conexões intra-matemática, nomeadamente com o desenho do esboço do gráfico da função e a determinação da variação da função que pressupõe saber, determinar uma imagem, conhecido o seu objeto - temáticas abordadas no ciclo anterior. S16 promove a existência de conexões com outros conteúdos do currículo de Matemática, através da determinação da equação reduzida da reta tangente à função num dado ponto, sendo que a equação reduzida da reta já fora abordada no 3º ciclo.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares**

Verifica-se a existência de conexões com disciplinas da componente de formação do curso nas situações-problema S13 e S15. A respeito da situação-problema S14, verifica-se a existência de conexões com disciplinas de uma componente de formação do curso, nomeadamente com a disciplina de Física e Química na abordagem do movimento de projéteis e com a disciplina de Educação Física na modalidade desportiva a que se refere. Atendendo à ausência de contextualização, verifica-se a inexistência em S16 de conexões com disciplinas de uma componente de formação do curso.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Inexistência de tecnologias na sala onde ocorreu a observação da aula. A sala de aula apenas dispunha de uma televisão e de um quadro preto. Em função disso, o professor restringiu a integração das tecnologias à calculadora gráfica.

### **Avaliação da GCM implementada pelo professor P1 – 2ª aula**

#### **Avaliação da natureza das situações-problema S13, S14, S15 e S16**

Foram propostas na aula observada as situações-problema S13, S14, S15 e S16, com a mesma formulação constante no plano de aula, pelo que se continua a considerar as situações-problema de aplicação matemática.

#### **Avaliação da pertinência das situações-problema S13, S14, S15 e S16**

Atendendo a que se manteve o mesmo contexto espelhado no plano de aula das situações-problema S13, S14, S15 e S16, continua-se a considerar apenas as situações-problema S13, S15 pertinentes para o curso, contrariamente às situações-problema S14 e S16 que não são pertinentes para o curso.

#### **Avaliação do processo adotado**

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Os alunos concretizaram a resolução dos diversos problemas inerentes a cada um dos contextos das situações-problema S13, S14, S15 e S16, manuseando o respetivo modelo pela substituição das variáveis. Todos os procedimentos foram convenientemente justificados. Relativamente à situação-problema S13 os alunos determinaram com auxílio da calculadora gráfica, o máximo da função e o maximizante (lucro máximo da empresa e o número correspondente de peças vendidas em centenas), justificando trata-se das coordenadas do vértice da função. Em S14 os alunos com auxílio da calculadora gráfica, determinaram o máximo da função e respetivo maximizante (altura máxima e respetiva distância na horizontal) justificando trata-se das coordenadas do vértice da função. Em S15 os procedimentos foram justificados pelo método algébrico (cálculo da derivada num ponto e variação de uma função num intervalo). Em S16 a determinação da equação reduzida da reta tangente ao gráfico da função no ponto de abcissa 1, foi justificada através do método algébrico. Em função disto, conclui-se a existência de resolução de problemas com a justificação adequada dos procedimentos adotados.

### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

Os alunos interpretaram a variação da função nos intervalos sugeridos à luz dos respectivos contextos das situações-problema S13, S14 e S15. Em S16 os alunos interpretaram geometricamente a equação reduzida da reta tangente à luz do contexto da situação-problema. Atendendo a isto, conclui-se a existência de interpretação de cada solução à luz do respectivo contexto.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas**

Existência na consecução das situações-problema S13, S14, S15 e S16 de concretização das conexões com outros conteúdos do currículo de Matemática a saber: (1) Cálculo de uma imagem dado o objeto na determinação da variação de uma função num dado intervalo (S13, S14, S15); (2) Esboço do gráfico da função (S13, S15); (3) Determinação da equação reduzida da reta (S16); (4) Equações do primeiro grau (S13, S14, S15, S16). Assim, afere-se a existência de conexões intra-matemáticas na realização de todas as situações-problema. Assim foram realizadas em todas as situações-problema uma abrangência de conexões intra-matemáticas, por se terem estabelecido em cada uma delas, conexões com pelo menos dois outros conteúdos da Matemática.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares**

Nas situações-problema S13 e S15 foram estabelecidas conexões interdisciplinares com disciplinas da componente de formação técnica do curso nomeadamente a disciplina de Eletricidade e Eletrónica e Práticas Oficiais. A respeito da situação-problema S14, verificou-se a existência de conexões com disciplinas de uma componente de formação do curso, nomeadamente com a disciplina de Física e Química na abordagem do movimento de projéteis e com a disciplina de Educação Física na modalidade desportiva a que se refere. Refira-se que o professor de forma explícita referiu junto dos alunos esta transversalidade. Atendendo à ausência de contextualização, verifica-se a inexistência em S16 de conexões com disciplinas de uma componente de formação do curso. Pela ausência de conexões, ou por não terem sido estabelecidas conexões com disciplinas que integram

pelo menos duas componentes de formação do curso, conclui-se que apenas a situação-problema S14 cumpre o critério de abrangência de conexões interdisciplinares.

Em particular, verificou-se a existência de conexões interdisciplinares com a componente de formação técnica do curso apenas nas situações-problema S13 e S15, facto que corrobora a sua pertinência para o curso.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Inexistência de tecnologias na sala onde ocorreu a observação da aula. A sala de aula apenas dispunha de uma televisão e de um quadro preto. O professor implementou de forma restrita a integração das tecnologias com recurso unicamente à calculadora gráfica.

### **Síntese avaliação da GCM do professor P1**

Os quadros que se seguem (Quadro 7.8 ao Quadro 7.11) sintetizam as principais conclusões proferidas a partir da avaliação da GCM do professor P1:

**Quadro 7.8 - Síntese avaliativa da natureza, pertinência, grau de desafio e grau de estrutura das situações-problema S11, S12, S13, S14, S15 e S16**

	<b>Natureza</b>	<b>Pertinência</b>	<b>Grau de desafio</b>	<b>Grau estrutura</b>
<b>S11</b>	“Falsa Modelação”	Não	Inadequado	Inadequado
<b>S12</b>	Modelação	Não	Adequado	Adequado
<b>S13</b>	Aplicação	Sim	-	-
<b>S14</b>	Aplicação	Não	-	-
<b>S15</b>	Aplicação	Sim	-	-
<b>S16</b>	Aplicação	Não	-	-

**Quadro 7.9 - Síntese avaliativa do processo adotado nas situação-problema S11, S12, S13, S14, S15 e S16**

	S11	S12	S13	S14	S15	S16
<b>1ª Etapa</b>	Inexistência de simplificação das informações	Existência de simplificação das informações	-	-	-	-
<b>2ª Etapa</b>	Inexistência de estruturação	Existência de estruturação	-	-	-	-
<b>3ª Etapa</b>	Inexistência de autonomia na consecução do plano de matematização; Inadequação do plano de matematização	Existência de autonomia na consecução do plano de matematização. Inadequação do plano de matematização	-	-	-	-
<b>4ª Etapa</b>	Inexistência de resolução de problemas	Existência de resolução de problemas com a justificação dos procedimentos	Existência de resolução de problemas; justificação adequada dos procedimentos	Existência de resolução de problemas; justificação adequada dos procedimentos	Existência de resolução de problemas; justificação adequada dos procedimentos	Existência de resolução de problemas; justificação adequada dos procedimentos
<b>5ª Etapa</b>	Inexistência de interpretação pelo incumprimento da 4ª etapa	Existência de interpretação da solução à luz do contexto	Existência de interpretação das soluções à luz do contexto	Existência de interpretação das soluções à luz do contexto	Existência de interpretação das soluções à luz do contexto	Existência de interpretação das soluções à luz do contexto
<b>6ª Etapa</b>	Inexistência de validação do modelo	Inexistência de validação do modelo	-	-	-	-
<b>7ª Etapa</b>	Inexistência de relatório descritivo e/ou reflexivo do processo de MM	Inexistência de relatório descritivo e/ou reflexivo do processo de MM	-	-	-	-

**Quadro 7.10 - Síntese avaliativa das conexões intra-matemáticas e interdisciplinares das situações-problema S11, S12, S13, S14, S15 e S16**

	Conexões intra-matemáticas	Abrangência	Conexões interdisciplinares	Abrangência	Componente técnica
<b>S11</b>	Não	Não	Não	Não	Não
<b>S12</b>	Sim	Não	Não	Não	Não
<b>S13</b>	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
<b>S14</b>	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
<b>S15</b>	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
<b>S16</b>	Sim	Sim	Não	Não	Não

Quadro 7.11 - Síntese avaliativa dos fatores condicionantes de índole material

	Tecnologias na sala	Integração de tecnologias
1ª aula	Inexistentes	Integração restrita à calculadora gráfica
2ª aula	Inexistentes	Integração restrita à calculadora gráfica

### Principais conclusões avaliativas da GCM do Professor P1

Predomínio de situações-problema de natureza de aplicação matemática, uma vez que das seis situações-problema avaliadas quatro (S13, S14, S15 e S16) são de natureza de aplicação matemática, uma de natureza de MM (S12) e outra considerada que não reúne os requisitos para ser considerada de MM (S11), apesar de ser essa a pretensão do professor.

Não se apurou por parte do professor P1 um cuidado com a pertinência das situações-problema, pois apenas duas situações-problema de natureza de aplicação matemática são pertinentes das seis avaliadas.

A situação-problema S11 apresenta um inadequado grau de desafio e grau de estrutura, fato que corrobora a avaliação feita à sua natureza. Contrariamente a única situação-problema de MM (S12) apresente um grau de desafio e de estrutura adequados.

Na realização das situações-problema de natureza de aplicação matemática, foram concretizadas as etapas (4ª e 5ª etapas) do processo adequadamente e com o relevo desejado. Nas situações-problema S11 e S12, as sete etapas que compõem o ciclo de MM, adotado na presente investigação não foram integralmente concretizadas. Assim na situação-problema S11, o processo, resumiu-se a matematização do problema (3ª etapa) apesar de forma inadequada e sem autonomia do aluno. Já na situação-problema S12, além de não ter sido validado o modelo (6ª etapa) e a elaboração do relatório pelos alunos (7ª etapa), o plano de matematização (3ª etapa) não foi adequadamente concretizado.

Apenas na situação-problema de S11 não foram estabelecidas conexões intra-disciplinares, pelo professor P1. À exceção da situação-problema S14 as conexões interdisciplinares foram concretizadas de forma abrangente, sendo que nas restantes situações-problema isso não aconteceu. Porém verificou-se a existência de conexões interdisciplinares com a componente de formação técnica do curso apenas nas situações-problema S13 e S15, facto que corrobora a sua pertinência para o curso.

Quanto aos fatores condicionantes de índole material, afere-se a inexistência de tecnologias na sala onde decorreu as aulas observadas. Esta limitação de tecnologias pode justificar a integração restrita de tecnologias à calculadora gráfica pelo professor P1.

Por tudo o que foi aferido, conclui-se que o professor P1 não desenvolveu nos alunos a MM como competência, nem as competências associadas ao processo de MM. As aplicações matemáticas permitiram desenvolver nos alunos a compreensão da Matemática como ferramenta de intervenção no mundo, associada à resolução de problemas. Apesar disso atendendo não foram desenvolvidas competências inerentes ao perfil profissional do curso, uma vez que as situações-problema apresentadas (à exceção de duas) não são pertinentes para o curso, logo não permitiam o estabelecimento de conexões com a componente técnica do curso.

#### **7.4.2. Avaliação da GCM intencional e implementada pelo professor P2 no Curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica**

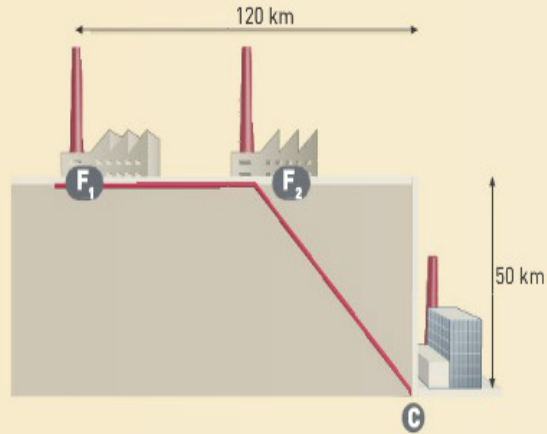
##### **Avaliação da GCM intencional do professor P2 – 1ª aula**

A avaliação da GCM intencional do professor P1 incidiu no plano da primeira aula que foi objeto de posterior observação no dia 10 de Fevereiro e teve a duração de 90 minutos. O plano da primeira aula reporta-se ao 10º ano, módulo A2 Funções Polinomiais cujo propósito foi “resolução de problemas reais envolvendo a função afim”. Para tal foram propostas duas situações que passamos a identificar por S21 e S22 e sobre as quais se incidirá a avaliação.



Na construção de duas fábricas de um determinado grupo empresarial, o departamento ambiental decidiu fazer uma ligação, através de uma conduta, entre as fábricas  $F_1$  e  $F_2$  e a central de biomassa  $C$ . A conduta deve seguir ao longo de um muro, ligando as duas fábricas, e a partir daí deve seguir em linha reta até à central, como ilustra a figura ao lado.

O preço de colocação da conduta é de 12 000 euros por quilómetro, ao longo do muro, e de 21 000 euros por quilómetro desde o muro à central de tratamento.



(Adaptado de exame nacional)

Qual será o custo, em milhares de euros, da colocação da conduta, se as fábricas estiverem a uma distância de 60 quilómetros?

Figura 7.7: Situação S21

A transferência direta dos resíduos produzidos na fábrica para a central de biomassa fez com que a produção de energias alternativas aumentasse consideravelmente. Os custos de energia foram diminuindo e os lucros aumentaram. A tabela representa os lucros obtidos pelas duas fábricas ao longo de 8 anos. Os pontos apresentam um certo alinhamento, podendo encontrar-se uma equação da reta que melhor se ajuste à nuvem de pontos. Considerando que o modelo se mantém durante 20 anos, responde:

Tempo (t) anos	Lucro (l) Milhares de euros
1	100
2	135
3	150
4	159
5	170
6	185
7	200
8	215

- Qual será a previsão de lucros passados 15 anos;
- Que lucro esperado passados 3 anos e 3 meses;
- Daqui a quantos anos se prevê atingir um lucro de 350 milhares de euros?

Apresenta as soluções arredondadas às unidades.

Figura 7.8: Situação-problema S22

### **Avaliação da natureza das situações-problema S21 e S22**

A situação S21 tem origem num problema, porém a sua resolução não subentende a determinação de um modelo matemático, nem o seu enunciado apresenta nenhum modelo matemático, isto é, o modelo não é parte integrante desta situação-problema. Estes aspetos levam-nos a considerar que a referida situação-problema não é nem de natureza de MM nem de aplicação matemática. Atendendo a que S21 não se enquadra em nenhuma das naturezas anteriores, deixa de constituir objeto de avaliação.

Consta na planificação como objetivo a proposta de resolução de problemas modelando previamente situações reais. Relativamente à situação-problema S22, constata-se que tem origem num problema de análise, otimização e controle de processos, contudo, é sugerido de forma explícita que o modelo matemático representativo do fenómeno é a equação de uma reta. Assim, da avaliação feita à natureza de S22, verifica-se que não é de MM, apesar de parecer ser essa a intenção do professor. Apesar disso prosseguir-se-á com a sua avaliação das etapas do processo adotado no desenvolvimento da situação-problema S22 para se perceber o nível de pretensão e execução das mesmas.

### **Avaliação da pertinência das situações-problema S22**

Atendendo à análise do contexto da situação-problema de S22 conclui-se que é pertinente para o curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica, por ser alusiva a contexto real e profissional em particular “a transferência de resíduos industriais para uma central de biomassa”.

### **Avaliação do grau de desafio das situações-problema S22**

S22 apresenta um grau de desafio inadequado (reduzido), uma vez que não admite uma complexidade significativa, pois, os alunos dispõem de um método imediato de resolução, já que são orientados para o recurso à calculadora para obtenção do modelo, anunciando-se que o modelo se mantém durante vinte anos.

### **Avaliação do grau de estrutura das situações-problema S22**

Verifica-se que o grau de estrutura de S22 é inadequada (fechado), pois não permite a seleção das estratégias e ferramentas matemáticas mais adequadas, uma vez que as orientações invocam para a determinação do modelo afim representativo.

### **Avaliação do processo adotado na situações-problema S22**

#### **1ª Etapa - Problema do mundo real e das profissões**

Inexistência de proposta de simplificação de S22 através de um enunciado claro com a interpretação das informações relevantes e não relevantes. A formulação de S22 leva-nos a inferir que a apresentação da tabela com a identificação das variáveis e a apresentação da função afim como regressão não promove a simplificação do enunciado que já se apresenta simplificado.

#### **2ª Etapa - Formulação de conjecturas**

A planificação não espelha o objetivo de orientar os alunos para a estruturação de S22, além disso, a formulação da situação-problema impede a formulação de conjecturas pelos alunos, uma vez que lhe é apresentada a tabela com a identificação das variáveis e dos dados.

#### **3ª Etapa - Matematização da situação-problema**

Inexistência de autonomia do plano de matematização de S22, uma vez que é explícita uma clara pretensão de orientar os alunos para o método gráfico com recurso à calculadora gráfica informando o tipo de modelo – “os pontos apresentam um certo alinhamento, podendo encontrar-se uma equação que melhor se ajuste à nuvem de pontos”.

Atendendo a que no plano se apresenta como metodologia “verificação, com recurso à calculadora gráfica, de que a reta que representa graficamente uma função linear é o modelo que melhor se ajusta à nuvem de pontos que representam os dados e respetivos valores, através da

regressão linear –LinReg”, parece não deliberar-se autonomia ao aluno no plano de matematização de S22, já que são orientados para a regressão linear. Acrescenta-se o facto da matematização ser inadequada por restrição ao método gráfico, sem parecer haver intenção de confrontar com pelo menos outro método.

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Existência de proposta de resolução de problemas inerentes ao contexto da situação-problema S22. No plano consta a proposta dos seguintes problemas para os alunos resolverem: “Tendo por base o modelo determinado, solicitou-se as soluções arredondadas às unidades, a saber: a) a previsão de lucros passados 15 anos; b) o lucro esperado passados 3 anos e 3 meses; c) o número de anos que terão de passar para se atingir um lucro de 350 milhares de euros”.

Não se encontram indicadores que espelhem a proposta de justificação dos procedimentos adotados na resolução dos problemas inerentes a S22.

#### **5ª Etapa - Interpretação da solução do problema**

Inexistência de proposta de interpretação da solução à luz do contexto de S22.

#### **6ª Etapa – Validação do modelo**

Inexistência de proposta de análise do nível de representatividade dos modelos de S22.

#### **7ª Etapa – Elaboração do relatório**

Inexistência de proposta aos alunos da elaboração de um relatório descritivo e reflexivo dos procedimentos adotados na determinação do modelo inerente a S22.

#### **Avaliação das conexões intra-matemáticas**

Pela análise do enunciado de S22 verifica-se a possibilidade de existência de conexões com outros conteúdos do currículo de Matemática, nomeadamente: (1) Arredondamento; (2) resolução de equações do 1º grau; (3) equação reduzida da reta.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares**

É perceptível no contexto da situação problema S22 a existência de conexões com as disciplinas de Tecnologias e Processos e Organização industrial que integram a componente de formação técnica do curso.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Na planificação não foram referidos os recursos a utilizar na aula.

### **Avaliação da GCM implementada pelo professor P2 – 1ª aula**

#### **Avaliação da natureza das situações-problema S22**

Foi proposta na aula observada a situação-problema S22 com a mesma formulação constante no plano de aula. S22 tem origem num problema de análise, otimização e controle de processos, contudo, foi sugerido de forma explícita que os alunos recorram à calculadora gráfica para obtenção do modelo matemático representativo do fenómeno resultante da regressão linear, impossibilitando quaisquer conjecturas pelos alunos. Atendendo ao exposto da avaliação feita à natureza de S22, contata-se a não existência de MM, apesar de parecer ser esse o propósito do professor.

Proceder-se-á com a avaliação do processo adotado para se perceber que relevância é dada a cada etapa.

### **Avaliação da pertinência das situações-problema S22**

Atendendo a que se manteve o mesmo contexto da situação-problema S22 espelhado no plano de aula, continua-se a considerar a situação-problema pertinente para o curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica.

### **Avaliação do grau de desafio das situações-problema S22**

S22 apresenta um grau de desafio inadequado (reduzido), uma vez que não admite uma complexidade significativa, isto é, dispõe de um método imediato de resolução, na medida se observou os alunos unicamente a introduzir os dados na calculadora gráfica para obtenção do modelo matemático.

### **Avaliação do grau de estrutura das situações-problema S22**

Os alunos foram impossibilitados selecionarem as estratégias e ferramentas matemáticas mais adequadas à resolução da situação-problema S22, pois de acordo com as orientações do professor recorreram à calculadora para obtenção do modelo resultante da regressão linear, verificando-se um grau de estrutura inadequada, atendendo a que admite uma estrutura fechada.

### **Avaliação do processo de Modelação Matemática de S22**

#### **1ª Etapa - Problema do mundo real e das profissões**

Inexistência de simplificação de S22 pelos alunos através de um enunciado claro com a interpretação das informações relevantes e não relevantes. A formulação de S22 através de uma tabela com a identificação das variáveis e a apresentação da função afim como regressão, não contempla essa necessidade.

## **2ª Etapa - Formulação de conjeturas**

Os alunos não formularam conjeturas para a resolução da situação-problema S22. Assim conclui-se a inexistência de concretização de estruturação de S22.

## **3ª Etapa - Matematização da situação-problema**

Os alunos procederam de acordo com as orientações do professor, tendo recorrido à calculadora gráfica para obtenção do modelo resultante da regressão linear. Assim não houve um desempenho autónomo pelos alunos na matematização de S22

Por outro lado verificou-se a inadequação do plano de matematização de S22, atendendo a que a sua concretização foi feita unicamente pelo método gráfico, sem confronto com pelo menos outro método.

## **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Existência de proposta de resolução de problemas inerentes ao contexto da situação-problema S22. Os alunos concretizaram a resolução dos seguintes problemas: “Tendo por base o modelo determinado, solicitou-se as soluções arredondadas às unidades, a saber: a) a previsão de lucros passados 15 anos; b) o lucro esperado passados 3 anos e 3 meses; c) o número de anos que terão de passar para se atingir um lucro de 350 milhares de euros”, tendo os alunos justificado os procedimentos adotados com recurso ao método algébrico, seguido de confirmação através do método gráfico com recurso à calculadora.

## **5ª Etapa - Interpretação da solução do problema**

Existência de interpretação pelos alunos das soluções determinadas, à luz do contexto de S22, a saber: a) O lucro previsto daqui a 15 anos será aproximadamente 320 milhares de euros; b) Daqui a 3 anos e meio o lucro será aproximadamente 146 milhares de euros; c) Terão que decorrer cerca de 17 anos para que o lucro seja de 350 milhares de euros.

### **6ª Etapa – Validação do modelo**

Inexistência de validação do modelo inerente à situação-problema S22.

### **7ª Etapa – Elaboração do relatório**

Os alunos não elaboraram um relatório descritivo e reflexivo dos procedimentos adotados na determinação do modelo inerente a S22. Verifica-se portanto a inexistência do cumprimento desta etapa.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas**

Existência de conexões com outros conteúdos do currículo de Matemática. Na resolução dos problemas inerentes a S22 foram concretizadas as conexões com os arredondamentos, a resolução de equações do 1º grau, a regra de três simples, a equação reduzida de uma reta, classificação e representação de dízimas, classificação de variáveis e a proporcionalidade direta. Pelo descrito constata-se a existência abrangente de conexões intra-matemáticas.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares**

Existência de concretização das conexões interdisciplinares com as disciplinas de Tecnologias e Processos e Organização industrial que integram a componente de formação técnica do curso. Apesar disso, S22 não concretiza a abrangência de conexões interdisciplinares, por não terem sido estabelecidas conexões interdisciplinares com outras disciplinas que integram pelo menos duas componentes de formação do curso.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Inexistência de tecnologias na sala onde ocorreu a observação da aula. A sala de aula apenas dispunha de uma televisão e de um quadro preto. O professor implementou de forma restrita a integração das tecnologias ao recurso unicamente à calculadora gráfica.



**Avaliação da GCM intencional do professor P2 – 2ª aula**

A avaliação da GCM intencional do professor P2 incidiu no plano da segunda aula objeto de posterior observação no dia 21 de Março e teve a duração de 90 minutos. O plano da segunda aula reporta-se ao 10º ano, módulo A2 Funções Polinomiais cujo propósito foi “aplicações da função quadrática”. Para tal foram propostas três situações-problema que passamos a identificar por S23, S24 e S25 e sobre as quais se incidirá a avaliação.

O salto em comprimento de um atleta pode ser descrito pelo gráfico abaixo, em que  $h$  representa a altura, em metros, atingida pelo atleta e  $c$  o espaço percorrido na horizontal, em metros.

A expressão analítica da função  $h$  representada graficamente é

$$h(c) = -0,15c^2 + 1,05c$$

- (1) Qual a marca atingida pelo atleta?
- (2) Qual a altura máxima a que se eleva?
- (3) Quando atinge pela primeira vez uma altura de 1 metro, quantos metros na horizontal se deslocou o atleta? Arredonda o valor às centésimas.

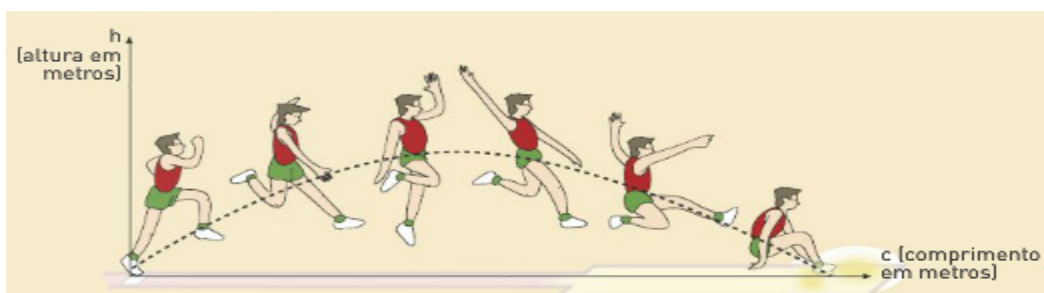


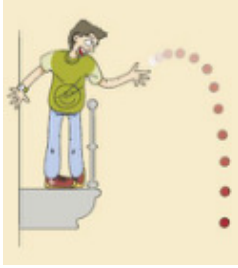
Figura 7.9: Situação-problema S23

Durante um salto em comprimento de um atleta foram registados os seguintes valores:

$c$ (comp. em m)	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
$h$ (altura em m)	0,69	0,945	1,14	1,30	1,35	1,36	1,32	1,20	1,00	0,825	0,54

Indica a marca atingida por este atleta. Apresenta o resultado arredondado à unidade.

Figura 7.10: Situação-problema S24



Considera a expressão analítica da função  $h$ , que descreve a trajetória de uma bola atirada de uma varanda:  $h(x) = -0,5t^2 + 2t + 4$ . Esta função relaciona a altura em metros, a que a bola está do chão com o tempo decorrido,  $t$ , em segundos.

- (1) De que altura foi atirada a bola?
- (2) Passados 3 segundos a que altura estava a bola do chão?
- (3) Em que momentos está a 4 metros de altura?
- (4) Ao fim de quanto é que a bola atinge o chão?
- (5) Qual a altura máxima atingida pela bola? Em que instante?
- (6) Qual o intervalo de tempo no qual a bola se encontra a uma altura do chão superior a 2 metros? Apresenta o resultado arredondado às centésimas.
- (7) Resolve no contexto da trajetória da bola, traduz para linguagem corrente o significado de cada uma das inequações dadas e do respetivo conjunto-solução  $h(t) \leq b$ ,  $8 < h(t)$ ,  $h(t) < 1,5$

Figura 7.11: Situação-problema S25

### Avaliação da natureza das situações-problema S23, S24 e S25

Existência na planificação de proposta de aplicação matemática, uma vez que se lê no plano “Apresentar aos alunos situações-problemas cujos modelos são funções quadráticas”. Considera-se as situações-problema S23 e S25 que não de MM, mas de natureza de aplicação já que têm origem no modelo matemático apresentado e que pressupõe o seu manuseamento para se dar resposta aos problemas solicitados.

No que concerne à situação-problema S24 afere-se que tem origem num problema de análise e otimização de um processo. Por outro lado a questão é marcada pela incerteza, aparecendo de forma implícita a proposta de determinação do modelo. De acordo com estes indicadores, poderá aferir-se a existência de MM na situação-problema S24.

Atendendo a que da avaliação à natureza das situações supra citadas resultou que nem todas são de natureza de MM, considerou-se no entanto pertinente proceder à avaliação do processo adotado para se perceber o nível de pretensão de execução das etapas uma vez que foi propósito do professor envolver os alunos na MM.

### **Avaliação da pertinência das situações-problema S23, S24 e S25**

S23, S24 e S25 não são pertinentes para o curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica, uma vez que os contextos aludem apenas a fenômenos do mundo real e não profissional do curso, respetivamente, o salto em comprimento de um atleta, o salto em comprimento de outro atleta e o lançamento de uma bola de uma varanda. Esta ausência de ligação ao mundo profissional vem expressa na planificação onde o professor profere a intenção de levar os alunos a “reconhecerem a função quadrática como modelos de situações do quotidiano” sem que haja referência ao contexto profissional.

### **Avaliação do grau de desafio da situação-problema S24**

Adequação do grau de desafio de S24, pois admite um desafio elevado uma vez que não dispõe de um método imediato de resolução, ou seja, é necessário previamente a matematização do fenómeno para se responder ao problema, facto que corrobora a avaliação feita à sua natureza.

### **Avaliação do grau de estrutura da situações-problema S24**

Avalia-se o seu grau de estrutura da situação-problema S24, adequado (aberto) pois permite os alunos selecionarem as estratégias e ferramentas matemáticas mais adequadas, atendendo a que não são proferidas orientações explícitas no sentido de se determinar o modelo.

### **Avaliação do processo adotado em S23 e S25**

Considerando que as situações-problema S23 e S25 têm origem no modelo matemático, o processo inicia-se com a concretização da 4ª etapa.

### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Existência de proposta de resolução de problemas inerentes ao contexto das situações-problema S23 e S25, respetivamente, em S23: (1) Qual a marca atingida pelo

atleta?; (2) Qual a altura máxima a que se eleva?; (3) Quando atinge pela primeira vez uma altura de 1 metro, quantos metros na horizontal se deslocou o atleta? Arredonda o valor às centésimas e em S25: (1) De que altura foi atirada a bola?; (2) Passados 3 segundos a que altura estava a bola do chão?; (3) Em que o momentos está a 4 metros de altura?; (4) Ao fim de quanto é que a bola atinge o chão?; (5) Qual a altura máxima atingida pela bola? Em que instante?; (6) Qual o intervalo de tempo no qual a bola se encontra a uma altura do chão superior a 2 metros? Apresenta o resultado arredondado às centésimas; (7) Resolve no contexto da trajetória da bola, traduz para linguagem corrente o significado de cada uma das inequações dadas e do respetivo conjunto-solução  $h(t) \leq b$ ,  $8 < h(t)$ ,  $h(t) < 1,5$ .

O plano de aula é omissivo relativamente a orientações para a justificação dos procedimentos adotados na resolução dos problemas inerentes a S23 e S25.

### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

Existência de proposta de interpretação das soluções, uma vez que na planificação se pode ler como objetivo definido, “interpretar e resolver situações reais”.

### **Avaliação do processo adotado em S24**

#### **1ª Etapa - Problema do mundo real e das profissões**

A planificação não evidencia a existência de simplificação da situação-problema S24 através de um enunciado claro. O enunciado de S24 permite inferir que a apresentação da tabela com a identificação das variáveis, não promove a simplificação do enunciado.

#### **2ª Etapa - Formulação de conjeturas**

A planificação não espelha de forma explícita o objetivo de orientar os alunos para a estruturação de S24, além disso, a formulação da situação-problema não promove a formulação de conjeturas pelos alunos, uma vez que lhe é apresentada a tabela com a identificação das variáveis.

### **3ª Etapa - Matematização da situação-problema**

Afere-se a inexistência de autonomia na consecução do plano de matematização de S24, uma vez que se orienta o aluno para o método gráfico com recurso à calculadora gráfica. Além disso atendendo à restrição ao método gráfico parece verifica-se a inadequada matematização da situação-problema de S24.

### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Existência na planificação de proposta de resolução de um problema inerente ao seu contexto de S24, a saber o cálculo da marca atingida pelo atleta. Além disso, não há evidências que permitam concluir que o professor tem o desígnio de solicitar junto dos alunos a justificação dos procedimentos adotados na resolução do problema.

### **5ª Etapa - Interpretação da solução do problema**

Não se encontram indicadores que espelhem a existência de pretensão de solicitar a interpretação da solução à luz do contexto de S24.

### **6ª Etapa – Validação do modelo**

Inexistência de proposta de análise do nível de representatividade do modelo de S24.

### **7ª Etapa – Elaboração do relatório**

Inexistência de proposta de elaboração de um relatório descritivo e reflexivo dos procedimentos adotados na procura do modelo inerente a situação-problema S24.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas das situações-problema S23, S24 e S25**

Pela análise do enunciado de S23 verifica-se a possibilidade de existência de conexões com outros conteúdos do currículo de Matemática, nomeadamente: (1) resoluções de equações do 2º grau; (2) arredondamentos; (3) determinação do ponto médio e de uma imagem dado o objeto no cálculo das coordenadas do vértice da parábola; (4) classificação de variáveis. A S24 apresenta de forma explícita apenas a existência de conexão intra-matemática com os arredondamentos. Em S25 a possibilidade de existência de conexões com: (1) determinação do ponto médio e de uma imagem dado o objeto; (2) lei do anulamento do produto; (3) zeros da função; (4) resolução de inequações.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares**

Pela análise dos contextos das situações-problema S23, S24 e S25 percebe-se a existência de conexões com disciplinas de uma componente de formação do curso, nomeadamente a disciplina de Educação Física e de Física e Química, respetivamente na referida prática referida e na abordagem do lançamento de projéteis.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Na planificação não foram referidos os recursos a utilizar. Contudo na metodologia há referência ao uso da calculadora gráfica.

### **Avaliação da GCM implementada pelo professor P2 – 2ª aula**

### **Avaliação da natureza das situações-problema S23, S24 e S25**

Atendendo a que foram implementadas na aula observada as situações-problema constantes na planificação, sem quaisquer alterações, mantém-se a avaliação proferida anteriormente, que determinou que as situações-problema S23 e S25 são de natureza de aplicação matemática. No que diz respeito à situação-problema S24, o propósito do

professor foi envolver os alunos na MM, assim considerando que a situação-problema tem origem num problema de análise, otimização de processos, estando implícito a determinação do modelo matemático para a sua resolução, considera-se estar perante MM.

#### **Avaliação da pertinência das situações-problema S23, S24 e S25**

S23, S24 e S25 não são pertinentes para o curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica, pelas razões anteriormente invocadas, uma vez que os contextos se mantiveram inalterados relativamente ao planificado.

#### **Avaliação do grau de desafio da situação-problema S24**

Adequação do grau de desafio de S24, pois admite um desafio elevado, já que os alunos não dispuseram de um método imediato de resolução, tendo que modelar previamente o fenómeno. Este fato corrobora que se trata de uma situação-problema de natureza de MM, sendo essa a pretensão do professor em envolver os alunos na MM.

#### **Avaliação do grau de estrutura das situação-problema S24**

Para a realização da situação-problema S24, os alunos selecionaram as ferramentas matemáticas e estratégias mais adequadas à sua resolução, considerando-se por isso o grau de estrutura de S24 adequado. Recorreram à calculadora gráfica para a determinação do modelo.

#### **Avaliação do processo adotado em S23 e S25**

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Confirma-se a existência de resolução de problemas inerentes ao contexto das situações-problema S23 e S25 uma vez que os alunos concretizaram a resolução dos seguintes problemas, respetivamente, em S23: (1) Qual a marca atingida pelo atleta?; (2) Qual a altura máxima a que se eleva?; (3) Quando atinge pela primeira vez uma altura de 1

metro, quantos metros na horizontal se deslocou o atleta? Arredonda o valor às centésimas e em S25: (1) De que altura a que foi atirada a bola?; (2) Passados 3 segundos a que altura estava a bola do chão?; (3) Em que o momentos está a 4 metros de altura?; (4) Ao fim de quanto é que a bola atinge o chão?; (5) Qual a altura máxima atingida pela bola? Em que instante?; (6) Qual o intervalo de tempo no qual a bola se encontra a uma altura do chão superior a 2 metros? Apresenta o resultado arredondado às centésimas; (7) Resolve no contexto da trajetória da bola, traduz para linguagem corrente o significado de cada uma das inequações dadas e do respetivo conjunto-solução  $h(t) \leq b$  ,  $8 < h(t)$  ,  $h(t) < 1,5$ .

Todos os procedimentos foram adequadamente justificados.

### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

Os alunos interpretaram as soluções à luz do contexto de S23 e S25. Em S23: “(1) o atleta atinge a marca de 7 metros; (2) a altura máxima a que se eleva o atleta é de 1,84 m; (3) o atleta atinge a altura de 1 metro pela primeira vez quando percorre na horizontal 1,14 metros. Em S25: (1) a bola foi atirada a uma altura de 4 metros; (2) passados 3 segundos a bola encontrava-se a uma altura de 5,5 metros do chão; (3) a bola está a 4 metros de altura do chão no momento em que é atirada (0 segundos) e passados 4 segundos após o seu lançamento; (4) a bola atinge o chão após aproximadamente 5,5 segundos do seu lançamento; (5) a altura máxima atingida pela bola é de aproximadamente 6 metros no instante 2 segundos; (6) a bola se encontra-se a uma altura superior a 2 metros do chão quando o tempo é inferior a 4,8 s; (7) a bola encontra-se a uma altura do chão inferior ou igual a 6 metros, quando o tempo é inferior ou igual a 5,5s; A bola nunca se encontra a uma altura do chão superior a 8 m; A bola encontra-se a uma altura do chão inferior a 1,5m para o tempo superior a 5s e inferior a 5,5s.



## **Avaliação do processo adotado em S24**

### **1ª Etapa - Problema do mundo real e das profissões**

Os alunos não procederam à simplificação da situação-problema S24 uma vez que lhes foi apresentada a tabela com os dados e a identificação das variáveis, por este motivo constata-se que não foi concretizada 1ª etapa.

### **2ª Etapa - Formulação de conjecturas**

Observou-se a inexistência de estruturação de S24, uma vez que os alunos limitaram-se a editar os dados apresentados na uma tabela dada na calculadora.

### **3ª Etapa - Matematização da situação-problema**

O plano de matematização de S24 não se concretizou de forma autónoma, atendendo a que os alunos foram orientados para o método gráfico com recurso à calculadora gráfica. Além disso atendendo à restrição da matematização da situação-problema ao método gráfico sem confronto com pelo menos outro método, constata-se que o plano de matematização da situação-problema de S24 não foi adequadamente concretizado.

### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Observou-se a resolução de um problema, inerente ao seu contexto da situação-problema S24, isto é, os alunos determinaram a marca atingida pelo atleta, tendo sido justificados os procedimentos adotados convenientemente “A marca do atleta é dada em função da distância na horizontal quando o atleta volta a tocar o solo, impondo-se para o seu cálculo a determinação do zero da função”.

### **5ª Etapa - Interpretação da solução do problema**

Os alunos procederam à interpretação “a marca atingida pelo atleta é 6 metros”. Assim verifica-se a existência de interpretação da solução à luz do contexto da situação-problema.

### **6ª Etapa – Validação do modelo**

Os alunos não procederam à validação do modelo matemática para a situação-problema S24, logo não se concretizou a 6ª etapa do ciclo de Modelação Matemática.

### **7ª Etapa – Elaboração do relatório**

Inexistência de relatório descritivo e reflexivo, já que os alunos não passaram a escrito os procedimentos adotados na procura do modelo inerente à situação-problema S24.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas das situações-problema S23, S24 e S25**

Observou-se a existência de conexões com outros conteúdos do currículo de Matemática, na realização da situação-problema S23 nomeadamente: (1) classificação de variáveis; (2) arredondamentos. Na S25 observou-se conexões com a determinação de uma imagem dado o objeto. O estabelecimento de conexões na situação-problema S25 foi limitado pela restrição ao método gráfico com recurso à calculadora gráfica. Na S24 estabeleceu-se conexões com os arredondamentos. Pelo disposto conclui-se que apenas se concretizou de forma abrangente as conexões intra-disciplinares na situação-problema S23, por se estabelecer conexões com pelo menos dois conteúdos da Matemática.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares**

Existência de conexões interdisciplinares na S23. O professor deu expressão à conexão com a disciplina de Educação Física (Componente de formação sociocultural) dado que o seu contexto trata de uma modalidade desportiva e com a disciplina de Física e Química (Componente de formação científica) na abordagem do movimento de projéteis.

Um procedimento análogo teve o professor relativamente à S25, dando expressão às conexões com a disciplina de Educação Física (Componente de formação sociocultural) dado que o seu contexto foi no enquadrado na modalidade desportiva (jogo da malha) e com a disciplina de Física e Química (Componente de formação científica) na abordagem do movimento de projéteis. Quanto à abordagem da situação-problema S24 foram estabelecidas conexões com a disciplina de Educação Física (Componente de formação sociocultural) dado que o seu contexto trata de uma modalidade desportiva e com a disciplina de Física e Química (Componente de formação científica) na abordagem do movimento de projéteis. Pelo exposto verifica-se a abrangência de conexões interdisciplinares nas três situações-problema, apesar de nenhuma das três estabelecer conexão com a componente de formação técnica do curso. Este aspeto corrobora a não pertinência das referidas situações

#### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

O professor permutou de sala (a sala onde decorre normalmente a aula não disponibiliza tecnologias, disponibilizando apenas um quadro preto. A sala onde ocorreu a observação da aula “sala de Matemática”, disponibilizava algumas tecnologias. Salienta-se a inexistência de CBR na escola. No decorrer da aula, verificou-se a existência restrita de integração das tecnologias pelo professor, apenas a calculadora gráfica. Refira-se que na realização das situações-problema S23, S24 e S25, o uso por exemplo do view-screen minimizaria as dificuldades manifestadas pelos alunos no manuseamento da calculadora gráfica. Refira-se que o professor não viu concretizada a metodologia no que concerne à recolha dos dados na realização de S24, uma vez que a escola não possui sensores CBR, para leitura de movimentos.

No seguimento da avaliação da GCM levada a cabo pelo professor P2, apresenta-se nos quadros que se seguem (Quadro 7.12 ao Quadro 7.15), a síntese avaliativa consubstanciada nas planificações e respetivas aulas observadas.

Síntese avaliação da GCM do professor P2

Quadro 7.12 - Síntese avaliativa da natureza, pertinência, grau de desafio e grau de estrutura das situações-problema S22, S23, S24 e S25

	Natureza	Pertinência	Grau de desafio	Grau estrutura
S22	“Falsa Modelação”	Sim	Inadequado	Inadequado
S23	Aplicação	Não	-	-
S24	Modelação	Não	Adequado	Adequado
S25	Aplicação	Não	-	-

Quadro 7.13 - Síntese avaliativa do processo adotado nas situações-problema S22, S23, S24 e S25

	S22	S23	S24	S25
1ª Etapa	Inexistência de simplificação	-	Inexistência de simplificação	-
2ª Etapa	Inexistência de estruturação	-	Inexistência de estruturação	-
3ª Etapa	Inexistência de autonomia na consecução do plano de matematização; Inadequação do plano de matematização	-	Inexistência de autonomia na consecução do plano de matematização; Inadequação do plano de matematização	-
4ª Etapa	Existência de resolução de problemas com a justificação dos procedimentos	Existência de resolução de problemas; justificação adequada dos procedimentos	Existência de resolução de problemas com a justificação dos procedimentos	Existência de resolução de problemas; justificação adequada dos procedimentos
5ª Etapa	Existência de interpretação da solução à luz do contexto	Existência de interpretação das soluções à luz do contexto	Existência de interpretação da solução à luz do contexto	Existência de interpretação das soluções à luz do contexto
6ª Etapa	Inexistência de validação do modelo	-	Inexistência de validação do modelo	-
7ª Etapa	Inexistência de relatório descritivo e/ou reflexivo do processo de MM	-	Inexistência de relatório descritivo e/ou reflexivo do processo de MM	-

**Quadro 7.14 - Síntese avaliativa das conexões intra-matemáticas e interdisciplinares das situações-problema S22, S23, S24 e S25**

	Conexões intra-matemáticas	Abrangência	Conexões interdisciplinares	Abrangência	Componente técnica
S22	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
S23	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
S24	Sim	Não	Sim	Sim	Não
S25	Sim	Não	Sim	Sim	Não

**Quadro 7.15-Síntese avaliativa dos fatores condicionantes de índole material**

	Tecnologias na sala	Integração de tecnologias
1ª aula	Inexistentes	Integração restrita à calculadora gráfica
2ª aula	Restritas	Integração restrita à calculadora gráfica

### Principais conclusões avaliativas da GCM do Professor P2

Predomínio de situações-problema de natureza de aplicação matemática uma vez que das quatro situações-problema avaliadas duas são de natureza de aplicação matemática (S23 e S25), uma de natureza de MM (S24) e outra que não se enquadra na natureza de MM (S22).

Não se apurou por parte do professor um cuidado com a pertinência das situações-problema, pois apenas uma situação-problema das quatro avaliadas é pertinente.

As situações-problema S22 apresentam um inadequado grau de desafio e grau de estrutura, fato que corrobora a avaliação feita à sua natureza. Contrariamente a situação-problema S24 apresentam um adequado grau de desafio e grau de estrutura.

Na realização das duas situações-problema de natureza de aplicação matemática, foram concretizadas as etapas (4ª e 5ª etapa) do processo adequadamente e com o relevo desejado. Nas duas situações-problema S22 e S24, das sete etapas que compõem o ciclo de MM, adotado na presente investigação apenas foram concretizadas duas etapas, a 4ª etapa respeitante à resolução de problemas e a 5ª etapa relativa à interpretação da solução à luz do contexto. A 3ª etapa foi para ambas as situações-problema concretizada inadequadamente (sem o recurso a pelo menos dois métodos distintos, para confronto dos modelos determinados) e sem autonomia do aluno.

O professor P2 deu expressão às conexões intra-disciplinares de forma abrangente. Foram atendidas de forma abrangente, conexões interdisciplinares em todas as situações-problema à exceção da Situação problema S22, propostas pelo professor P2, contudo apenas numa foram atendidas conexões com a componente técnica do curso, corroborando-se a sua pertinência para curso.

Quanto aos fatores condicionantes de índole material, afere-se a inexistência de tecnologias na sala onde decorram as aulas observadas. O professor permutou de sala, no entanto verificou-se a disponibilidade restrita de tecnologias já que a escola não disponibiliza calculadoras em número suficiente nem sensores de leitura de movimentos. Esta limitação de tecnologias pode justificar a integração restrita de tecnologias à calculadora gráfica pelo professor P2.

Por tudo o que foi dito, conclui-se que o professor P2 não desenvolveu nos alunos a MM como competência, nem as competências associadas ao seu processo. Apesar disso, as aplicações matemáticas permitiram desenvolver nos alunos a compreensão da Matemática como ferramenta de intervenção no mundo, associada à resolução de problemas. Além disso, não foram desenvolvidas competências inerentes ao perfil profissional do curso, uma vez que as situações-problema apresentadas (à exceção de uma) não são pertinentes para o curso, logo não permitem o estabelecimento de conexões com a componente técnica do curso.

#### **7.4.3. Avaliação da GCM Intencional e Implementada pelo professor P3 no Curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Mecatrónica Automóvel**

##### **Avaliação da GCM intencional do professor P3 – 1ª aula**

A avaliação da GCM intencional do professor P3 incidiu no plano da primeira aula objeto de posterior observação no dia dezasseis de Fevereiro de dois mil e onze e teve a duração de 90 minutos. O plano da primeira aula reporta-se ao 10º ano, módulo A2 Funções Polinomiais cujo propósito foi “função afim e função quadrática na resolução de problemas reais”. Para tal foi proposta uma situação-problema que passamos a identificar por S31 sobre a qual se incidirá a avaliação.

Um condutor de automóvel avistou um perigo na estrada. Então iniciou uma travagem. Sabe-se que quando um condutor decide travar passa um certo tempo até que carregue de facto no travão (tempo de reacção). Esse tempo dá origem a que o carro ainda percorra um determinado espaço. Depois de carregar no travão, o carro não pára logo. Percorre ainda uma certa distância que depende da sua velocidade. Conclusão, desde que o condutor se apercebe do perigo, até que o carro para, percorre uma certa distância ( $y$ ), que é tanto maior quando maior for a velocidade ( $x$ ). Experimentalmente obtiveram-se os seguintes valores:

Velocidade do automóvel (km/h)	Distância percorrida (por tempo de reacção, em metros) (1)	Distância percorrida (depois da travagem, em metros) (2)	Distância total percorrida (1) + (2)
10	2	1	3
20	4	3	7
30	6,5	6,5	13
40	8,5	12	20,5
50	10,5	18,5	29
60	12,5	26,5	39
70	14,5	36	50,5
80	17	47	64
90	19	60	79
100	21	74	95

- A. Sabendo que o condutor ia a uma velocidade de 80 km/h, que distância percorreu desde que se apercebeu do perigo até o carro parar?
- B. Constrói os gráficos correspondentes a cada uma destas situações com a calculadora gráfica.
- C. Que podes concluir relativamente ao gráfico das três funções?
- D. Tenta encontrar a função que melhor se adapte a cada uma das situações:
- distância percorrida por tempo de reacção;
  - distância percorrida depois de se iniciar a travagem;
  - distância total percorrida desde que se decide travar até à paragem do automóvel.
- E. O que podes concluir quanto à expressão analítica das três funções?

Figura 7.12: Situação-problema S31

### Avaliação da natureza das situações-problema S31

Existência na planificação de proposta de MM. Ou seja lê-se no plano a pretensão de “Elaborar modelos para situações da realidade utilizando diversos tipos de funções com vista ao desenvolvimento da competência aptidão para fazer e investigar matemática recorrendo à modelação com uso das tecnologias”. Apesar disso, afere-se que a situação-

problema S31 não tem origem num problema de análise, otimização e controle de processos, estando implícito a determinação do modelo matemático para a sua resolução. Por outro lado a situação-problema não é marcada pela incerteza, aparecendo de forma explícita a proposta de determinação do modelo, com a apresentação da tabela com a identificação das variáveis o que não promove a formulação de conjeturas pelos alunos.

No contexto apresentado, bastaria que a situação problema tivesse origem por exemplo no seguinte problema “Sabendo que o condutor ia a uma velocidade de 140 km/h, que distância percorreu desde que se apercebeu do perigo até o carro parar?” sem mais orientação estratégica.

De acordo com estes indicadores, poderá aferir-se a inexistência de natureza de MM na situação-problema S31.

Atendendo a que a avaliação determinou que a situação-problema S31 não é de natureza de MM, considera-se no entanto pertinente proceder-se à avaliação das etapas atendidas pelo professor para se perceber o seu nível de pretensão de execução uma vez que foi seu propósito envolver os alunos na MM.

### **Avaliação da pertinência das situações-problema S31**

Atendendo à análise do contexto da situação-problema de S31 conclui-se que é pertinente para o curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Mecatrónica Automóvel, por ser alusiva a contexto real e profissional em particular “travagem de um automóvel, após o condutor ter avistado um perigo na estrada”.

### **Avaliação do grau de desafio das situações-problema S31**

S31 apresenta um grau de desafio inadequado (reduzido), uma vez que não admite uma complexidade significativa, isto é, segundo as orientações do plano, os alunos dispõem de um método imediato de resolução, já que os alunos são orientados para o recurso à calculadora para obtenção do modelo, sustentado nos valores da tabela.



### **Avaliação do grau de estrutura das situações-problema S31**

Verifica-se que o grau de estrutura de S31 é inadequado (fechada), dado que não permite a seleção das estratégias e ferramentas matemáticas mais adequadas, sendo explícito a concretização dos objetivos inerentes às questões orientadoras que invocam para a determinação do modelo matemático com recurso à calculadora gráfica.

### **Avaliação do processo adotado em S31**

#### **1ª Etapa - Problema do mundo real e das profissões**

A planificação não evidencia a existência de simplificação da situação-problema S31 através de um enunciado claro, já que se apresenta a tabela com a identificação das variáveis, não se promovendo portanto a simplificação do enunciado que já se encontra simplificado.

#### **2ª Etapa - Formulação de conjeturas**

A planificação não espelha de forma explícita o objetivo de orientar os alunos para a estruturação de S31, além disso a formulação da situação-problema não promove a formulação de conjeturas pelos alunos, atendendo a que é apresentada a tabela com a identificação das variáveis e respetivos dados.

#### **3ª Etapa - Matematização da situação-problema**

Afere-se a inexistência de um plano de matematização autónomo para S31, atendendo a que se apresentam cinco questões orientadoras muito balizadas. Além disso as questões orientadoras mostram a incidência da matematização da situação-problema S31 unicamente pelo método gráfico com recurso à calculadora, o que pressupõe a concretização do plano de matematização da situação-problema de forma inadequada.

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Inexistência de proposta de resolução de problemas inerente a **S31** na planificação. A questão “Sabendo que o condutor ia a uma velocidade de 80 km/h, que distância percorreu desde que se apercebeu do perigo até o carro parar?”, implica unicamente a leitura da tabela, não sendo por isso considerado um problema.

#### **5ª Etapa - Interpretação da solução do problema**

Inexistente pelo incumprimento da 4ª etapa.

#### **6ª Etapa – Validação do modelo**

Inexistência de proposta de análise do nível de representatividade do modelo de S31.

#### **7ª Etapa – Elaboração do relatório**

Inexistência de proposta de elaboração de um relatório descritivo e reflexivo dos procedimentos adotados na procura do modelo inerente a situação-problema S31.

#### **Avaliação das conexões intra-matemáticas da situação-problema S31**

Pela análise do enunciado da situação-problema S31 verifica-se a possibilidade de existência de conexões com outros conteúdos do currículo de Matemática, nomeadamente: classificação de variáveis; (2) proporcionalidade direta ou inversa; (3) arredondamentos; (4) estudo da função afim e quadrática; (5) dízimas; (6) equações do 2º grau.

#### **Avaliação das conexões interdisciplinares**

Pela análise dos contextos das situações-problema S31 percebe-se a existência de conexões com a disciplina de: (1) Física e Química, Módulo F1 - Forças e Movimentos e Extensão E1.F1 – Estática, nomeadamente a descrição gráfica e analítica das variações de posição e velocidade de um corpo e a relação das forças com as variações de velocidade de

um corpo através dos conceitos da dinâmica; (2) disciplina de Tecnologias e Processos na temática da mecânica automóvel e com a disciplina de Práticas Oficinais na temática de Sistemas e diagnóstico automóvel.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

A planificação espelha a importância que o professor atribui às tecnologias; “(...) o recurso à tecnologia desempenham um papel fundamental”. No entanto, os únicos recursos enumerados na planificação são a calculadora gráfica, compilação de fotocópias contendo instruções relativas ao manuseamento da calculadora e uma ficha de trabalho.

### **Avaliação da GCM implementada pelo professor P3 – 1ª aula**

#### **Avaliação da natureza das situações-problema S31**

Atendendo a que foi implementada na aula observada a situação-problema constante na planificação, sem quaisquer alterações, mantém-se a avaliação proferida anteriormente, que determinou que a situação-problema S31, não é de natureza de MM, apesar do propósito do professor ser envolver os alunos na MM.

#### **Avaliação da pertinência das situações-problema S31**

Atendendo à análise do contexto da situação-problema S31 conclui-se que é pertinente para o curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Mecatrónica Automóvel, por ser alusiva a contexto real e profissional em particular “travagem de um automóvel, após o condutor ter avistado um perigo na estrada”.

#### **Avaliação do grau de desafio das situações-problema S31**

S31 apresenta um grau de desafio inadequado (reduzido), uma vez que não admite uma complexidade significativa, isto é, os alunos dispuseram de um método imediato de resolução, que consistiu no registo dos dados na calculadora gráfica para obtenção dos modelos, sustentados nos valores descritos na tabela.

### **Avaliação do grau de estrutura das situações-problema S31**

Os alunos não selecionaram as ferramentas matemáticas nem estratégias mais adequadas à resolução de S31, facto que determina que o grau de estrutura é inadequado (fechada). Os alunos de acordo com as orientações limitaram-se a registar os dados apresentados na tabela na calculadora gráfica para obtenção do modelo matemático representativo.

### **Avaliação do processo adotado em S31**

#### **1ª Etapa - Problema do mundo real e das profissões**

Não se observou os alunos a procederem à simplificação do enunciado da situação-problema S31, que já se encontrava simplificado. Logo, afere-se o incumprimento da 1ª etapa.

#### **2ª Etapa - Formulação de conjeturas**

Inexistência de formulação de conjeturas da situação-problema S31, já que se apresentou uma tabela com os dados, a identificação dos símbolos respeitantes às variáveis e respetivos significados.

#### **3ª Etapa - Matematização da situação-problema**

Inexistência de um plano de matematização autónomo na resolução da situação-problema S31. Concretizou-se o plano de matematização sob orientação e interpelação do professor. O professor apresentou o modelo matemático institucionalizado para cada um dos gráficos. Assim a questão D relativa à matematização matemática de cada situação é acompanhada de uma narrativa orientadora dos procedimentos para cada regressão, isto é, para a modelação do primeiro gráfico os alunos deverão recorrer à regressão linear e nos outros dois gráficos recorrer à regressão quadrática; “enquanto no primeiro gráfico, unindo os pontos, estes parecem estar alinhados segundo uma linha reta, nos outros dois gráficos os pontos estão alinhados segundo uma linha curva – resposta à questão C”. O professor

explicitou junto do grupo turma que o propósito da questão D é a obtenção do modelo (função) que melhor se adequa à situação”. Além disso verificou-se a inadequação do plano de matematização da situação-problema S31 uma vez que os alunos de acordo com as orientações restringiram-se ao uso da calculadora gráfica para a obtenção dos modelos. Ou seja a questão D relativa à matematização matemática de cada situação foi acompanhada de uma narrativa orientadora dos procedimentos para cada regressão, isto é, para a modelação do primeiro gráfico os alunos deverão recorrer à regressão linear e nos outros dois gráficos recorrer à regressão quadrática, sem ter havido inclusão de pelo menos outro método matemático (por exemplo algébrico) para comparação dos modelos.

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Inexistência de proposta de resolução de problemas inerente a S31 na planificação. A resolução da questão A “Sabendo que o condutor ia a uma velocidade de 80 km/h, que distância percorreu desde que se apercebeu do perigo até o carro parar?” consistiu na leitura da tabela pelos alunos, não sendo por isso considerada um problema.

#### **5ª Etapa - Interpretação da solução do problema**

Inexistente da concretização da 5ª etapa pelo incumprimento da 4ª etapa.

#### **6ª Etapa – Validação do modelo**

Os alunos não procederam à análise do nível de representatividade dos modelos, logo não foram validados.

#### **7ª Etapa – Elaboração do relatório**

Inexistência de elaboração pelos alunos de relatório descritivo e reflexivo do processo adotado na situação-problema S31.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas da situação-problema S31**

Observou-se apenas a existência de conexões com os arredondamentos. Assim não se verificou a abrangência de conexões intra-matemáticas na abordagem da situação-problema S31, já que aquando da conclusão pelos alunos “quanto maior a velocidade maior a distância percorrida”, não se estabeleceu conexões com a proporcionalidade direta/inversa ou na identificação das variáveis com a temática variável dependente ou independente. A mesma ausência verificou-se na inexistência de exploração de dízimas aquando da escrita dos coeficientes presentes em cada expressão analítica e estudo de equações do primeiro e segundo grau abordadas no 3º ciclo, (por exemplo: zeros da função, declive da reta).

### **Avaliação das conexões interdisciplinares**

Observou-se a existência de conexões com a disciplina de Física e Química (Componente de formação científica), tendo o professor enfatizado a articulação com o Módulo F1 - Forças e Movimentos e com as disciplinas de Tecnologias e Processos e Práticas Oficiais (Componente de formação técnica) respetivamente com as temáticas “mecânica automóvel” e “sistemas e diagnóstico automóvel”. Assim afere-se que na abordagem da situação-problema S31 cumpriu-se a abrangência de conexões interdisciplinares.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Existência de algumas tecnologias na sala (computador, calculadoras gráficas, quadro interativo, material geométrico, jogos didáticos). Inexistência de um número suficiente de calculadoras gráficas estando algumas das disponíveis inoperacionais, o que condicionou a realização da atividade desenvolvida em pequenos grupos. Observou-se a existência restrita de integração de tecnologias pelo professor P3 (apenas a calculadora gráfica) na realização da situação-problema S31, apesar da planificação refletir a importância que o professor atribui às tecnologias, importância essa que não veio a refletir-se na prática. O uso por exemplo do view-screen minimizaria as dificuldades manifestadas

pelos alunos no manuseamento da calculadora gráfica. Acrescenta-se ainda que o professor não recorreu às potencialidades do quadro interativo. Pela ausência de calculadoras gráficas em número suficiente e a não utilização do view-screen (recurso facilitador da visualização do seu manuseamento) assistiu-se a uma certa dispersão dos alunos dadas as suas dificuldades manifestadas no manuseamento da calculadora gráfica.

### **Avaliação da GCM intencional do professor P3 – 2ª aula**

A avaliação da GCM intencional do professor P3 incidiu no plano da segunda aula objeto de posterior observação no dia dois de Março de dois mil e onze e teve a duração de 90 minutos. O plano da segunda aula observada (ver anexo) reporta-se ao 10º ano, módulo A2 Funções Polinomiais cujos conteúdos abordados foi a “função quadrática”. Para tal foram propostas duas situações-problema que passamos a identificar por S32 e S33 sobre as quais incidirá a avaliação.

#### **Construção da Parábola por dobragens de papel**

1. Desenha-se, numa folha de papel, uma reta horizontal,  $d$ , e marca-se, fora dessa reta, um ponto fixo  $F$ .
2. Seleciona-se um ponto  $D$  qualquer da reta e dobra-se o papel de forma a fazer coincidir os pontos  $D$  e  $F$ . Traça-se sobre o papel a reta que coincide com a dobra.
3. Repetindo várias vezes esta operação para diferentes escolhas do ponto  $D$ , observa-se que as dobras são tangentes à parábola de foco em  $F$  e de diretriz  $d$ .

#### **Construção da Parábola com material de desenho (marcação de pontos)**

1. Trace uma reta horizontal  $d$  (diretriz) e outra reta  $r$  perpendicular a  $d$ .
2. Sobre a reta  $r$ , marque um ponto  $F$  (foco). Marque outro ponto  $V$  (vértice) equidistante de  $F$  e de  $d$ , sobre a reta  $r$ .
3. Trace duas retas paralelas a  $d$  pelos pontos  $F$  e  $V$ .
4. Na semirreta de origem em  $F$ , marque os pontos  $P_1, P_2, P_3, P_4, \dots$  e, por eles, trace também retas paralelas à diretriz.
5. Com centro em  $F$ , trace circunferências de raios  $DV, DF, DP_1, DP_2, \dots$ . As intersecções destas circunferências com as paralelas são pontos da parábola.

Figura 7.13: Situação S32

Um automobilista percorre uma rampa de lançamento. A altura  $h$ , em metros do automóvel acima do solo  $t$  segundos após a saída da rampa é dada por:

$$h(t) = -0,25t^2 + 2t + 2$$

Calcula:

- (1) A altura a que se encontrava o automóvel quando abandonou a rampa;
- (2) A altura máxima atingida pelo automóvel;
- (3) O alcance do automóvel.

**Figura 7.14: Situação-problema S33**

### **Avaliação da natureza da situações-problema S32 e S33**

A situação S32 não é um problema, pois está-se no imediato na posse de métodos diretos de resolução, além disso não tem origem num problema de análise, otimização e controle de processos, nem a sua resolução subentende a determinação ou o manuseamento de um modelo matemático previamente apresentado, isto é, o modelo matemático não é parte integrante da situação S32. Estes aspetos determinam que a referida situação não é nem de natureza de MM nem de aplicação matemática. Atendendo a que S32, não se enquadra em nenhuma das naturezas anteriores, deixa de constituir objeto de avaliação, prosseguindo-se com a avaliação da situação-problema S33.

A situação-problema S33 tem origem no modelo matemático representativo do fenómeno. Propõe-se que através do manuseamento do modelo que os alunos tirem conclusões, façam cálculos, apliquem conceitos matemáticos, etc. Face ao exposto afere-se a inexistência de MM, mas sim de aplicação matemática na referida situação-problema, facto espelhado na planificação onde vem expressa a pretensão do professor em “(...) propor aos alunos aplicações para consolidação dos conteúdos abordados”.

Apesar da situação-problema S33 não ser de natureza de MM, considera-se pertinente proceder-se à avaliação das etapas atendidas pelo professor.



### **Avaliação da pertinência da situação-problema S33**

A S33 é pertinente para o Curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Mecatrónica Automóvel, por ser alusiva a fenómenos do mundo real e das profissões, em particular a trajetória parabólica descrita pelo automóvel após ter saído da rampa

### **Avaliação do processo adotado em S33**

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Existência de proposta de resolução de problemas inerentes a S33, a saber: (1) a altura a que se encontrava o automóvel quando abandonou a rampa; (2) a altura máxima atingida pelo automóvel; (3) o alcance do automóvel. A intenção de proposta de “(...) resolução de problemas do mundo real” é espelhada na planificação. Contudo não se encontram evidências que permitam concluir que o professor pretende solicitar a justificação dos procedimentos adotados consubstanciados no modelo matemático, para resolução dos problemas.

#### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

Inexistência de evidências que permitam concluir que o professor pretende solicitar a interpretação das soluções à luz do contexto da situação-problema S33.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas da situação-problema S33**

Do enunciado da situação-problema S33 verifica-se a possibilidade de existência de conexões intra-matemáticas: (1) resolução de equações do 1º grau; (2) determinação de uma imagem dado o seu objeto; (3) cálculo dos zeros de uma função; (4) resolução de equações do 2º grau.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares da situação-problema S33**

Pela análise dos contextos das situações-problema S33 percebe-se a existência de conexões com a disciplina de Física e Química, Módulo F1 - Forças e Movimentos, com a disciplina de Tecnologias e Processos na temática da mecânica automóvel e com a disciplina de Práticas Oficiniais na temática de Sistemas e diagnóstico automóvel.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Os recursos mencionados na planificação são materiais de desenho e materiais manipuláveis. Não se evidencia a integração de tecnologias.

### **Avaliação da GCM implementada do professor P3 – 2ª aula**

### **Avaliação da natureza da situação-problema S33**

Atendendo a que foi implementada na segunda aula observada a situação-problema S33 constante na planificação, sem quaisquer alterações, mantém-se a avaliação proferida anteriormente, que determinou que a situação-problema não é de MM, mas de aplicação matemática.

### **Avaliação da pertinência da situação-problema S33**

Atendendo a que o contexto da situação-problema S33 se manteve como planificado, a pertinência da situação-problema para o Curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Mecatrónica Automóvel é corroborada, por ser alusiva a fenómenos do mundo real e das profissões, em particular a trajetória parabólica descrita pelo automóvel após ter saído da rampa.

### **Avaliação do processo adotado em S33**

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Os alunos resolveram problemas inerentes à situação-problema S33, a saber: (1) a altura a que se encontrava o automóvel quando abandonou a rampa; (2) a altura máxima atingida pelo automóvel; (3) o alcance do automóvel. Os procedimentos adotados foram justificados com base no método algébrico e gráfico, com recurso à calculadora gráfica.

#### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

Existência de interpretação pelos alunos das soluções à luz do contexto da S33: (1) O automóvel abandonou a rampa a 2 metros do solo; (2) O automóvel atingiu uma altura de 6 metros; (3) o alcance do automóvel é aproximadamente 8,9 metros.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas da situação-problema S33**

A abordagem da situação-problema S33 espelhou a abrangência de conexões intra-matemáticas nomeadamente com: (1) resolução de equações do 1º grau; (2) determinação de uma imagem dado o seu objeto; (3) cálculo dos zeros de uma função; (4) resolução de equações do 2º grau.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares**

O professor enfatizou junto dos alunos a interdisciplinaridade na abordagem da situação-problema S33 com a disciplina de Física e Química (componente de formação científica) e com as disciplinas de Tecnologias e Processos e Práticas Oficiais (componentes de formação técnica). Atendendo às referidas conexões, a abordagem da situação-problema S33 cumpriu a abrangência de conexões interdisciplinares, em especial com a componente de formação técnica do curso.

### Avaliação dos fatores condicionantes de índole material

Existência de algumas tecnologias na sala de aula. Observou-se a inexistência de um número suficiente de calculadoras gráficas, estando algumas das disponíveis inoperacionais, facto que obrigou à realização das atividades em pequenos grupos. Observou-se uma integração restrita de tecnologias (apenas o uso da calculadora gráfica) na realização da situação-problema S33.

No seguimento da avaliação da GCM levada a cabo pelo professor P3 apresenta-se nos quadros que se seguem (Quadro 7.16 ao Quadro 7.19) a síntese avaliativa consubstanciada nas planificações e respetivas aulas observadas.

### Síntese avaliação da GCM do professor P3

Quadro 7.16 - Síntese avaliativa da natureza, pertinência, grau de desafio e grau de estrutura das situações-problema S31 e S33

	Natureza	Pertinência	Grau de desafio	Grau estrutura
S31	“Falsa Modelação”	Sim	Inadequado	Inadequado
S33	Aplicação	Sim	-	-

Quadro 7.17 - Síntese avaliativa do processo adotado nas situações-problema S31 e S33

	Situação-problema S31	Situação-problema S33
1ª Etapa	Inexistência de simplificação	-
2ª Etapa	Inexistência de estruturação	-
3ª Etapa	Inexistência de autonomia na consecução do plano de matematização; Inadequação do plano de matematização	-
4ª Etapa	Inexistência de resolução de problemas	Existência de resolução de problemas; justificação adequada dos procedimentos
5ª Etapa	Inexistência pelo incumprimento da etapa anterior	Existência de interpretação das soluções à luz do contexto
6ª Etapa	Inexistência de validação do modelo	-
7ª Etapa	Inexistência de relatório descritivo e/ou reflexivo do processo de MM	-

**Quadro 7.18 - Síntese avaliativa das conexões intra-matemáticas e interdisciplinares das situações-problema S31 e S33**

	Conexões intra-matemáticas	Abrangência	Conexões interdisciplinares	Abrangência	Componente técnica
S31	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
S33	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

**Quadro 7.19 - Síntese avaliativa dos fatores condicionantes de índole material**

	Tecnologias na sala	Integração de tecnologias
1ª aula	Restritas	Integração restrita à calculadora gráfica
2ª aula	Restritas	Integração restrita à calculadora gráfica

### Principais conclusões avaliativas da GCM do Professor P3

O professor P3 apresentou três situações-problema, incidindo a avaliação em apenas duas atendendo a que a situação-problema S32 não é nem de natureza de MM nem de aplicação matemática. Das duas situações-problema avaliadas uma é de natureza de aplicação matemática (S33) e outra não é de MM” (S31).

Apurou-se por parte do professor um cuidado com a pertinência das situações-problema, uma vez que as duas situações-problema são pertinentes para o curso.

A situação-problema S31 apresenta um inadequado grau de desafio e um adequado grau de estrutura, fato que corrobora a avaliação proferida quanto à sua natureza.

Na realização da situação-problema de natureza de aplicação matemática foi concretizada a 4º e 5º etapa adequadamente e com o relevo desejado. Na situação-problema S31, das sete etapas que compõem o ciclo de MM, adotado na presente investigação, apenas foi concretizada a 3ª etapa respeitante à matematização, embora sem que tivesse havido autonomia do aluno e sem o recurso a pelo menos dois métodos distintos, para confronto dos modelos determinados. Assim considerou-se que a 3ª etapa não contemplou um plano autónomo nem adequado.

O professor P3 deu expressão às conexões intra-matemáticas e às conexões interdisciplinares em todas as situações-problema propostas, contudo apenas numa das situações-problemas as conexões intra-matemáticas não foram atendidas de forma abrangente. As conexões com a componente técnica do curso estabelecidas nas duas situações-propostas corroboram a sua pertinência para curso.

Quanto aos fatores condicionantes de índole material afere-se a existência restrita de tecnologias na sala onde decorreram as aulas observadas. O professor P3 em ambas as aulas integrou de forma restrita as tecnologias, com a utilização das calculadoras gráficas.

Atendendo às conclusões proferidas, o professor P3 não desenvolveu nos alunos a MM como competência, nem as competências associadas ao seu processo. Apesar disso, através das restantes situações-problema os alunos tiveram oportunidade de compreender a Matemática como ferramenta para a intervenção no mundo real e profissional, associada à resolução de problemas.

#### **7.4.4. Avaliação da GCM Intencional e Implementada pelo professor P4 no Curso de Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho e Ambiente**

##### **Avaliação da GCM intencional do professor P4 – 1ª aula**

A avaliação da GCM intencional do professor P4 incidiu no plano da primeira aula objeto de posterior observação no dia vinte e dois de Fevereiro de dois mil e onze e teve a duração de 90 minutos. O plano da primeira aula reporta-se ao 10º ano, módulo A2 Funções Polinomiais, cujos conteúdos abordados foi a “função quadrática”. Para tal foram propostas três situações-problema que passamos a identificar por S41, S42 e S43 sobre as quais se incidirá a avaliação.

A janela é formada por uma parte retangular [ABCD] com um semicírculo no topo de diâmetro [CD].

Admita que a base é  $\overline{AB} = x$  m e largura  $\overline{BC} = (x+0,2)$  m

Considera a área da janela, em  $m^2$ , é dada por:

$$A(x) = (1 + \pi/8)x^2 + 0,2x$$

(1) Determine a medida da base da janela, com aproximação aos centímetros, de modo que a área da janela seja  $1,7 m^2$ .

**Figura 7.15: Situação-problema S41**

Uma empresa produz fatos de proteção. O custo total da produção diária de  $x$  fatos é dado em euros, por:

$$C(x) = 0,5x^2 + 15x + 12$$

Cada fato é vendido por 60 euros.

(1) Quantos fatos têm de se produzir e vender para se obter o máximo rendimento diário.

(2) Qual é esse rendimento?

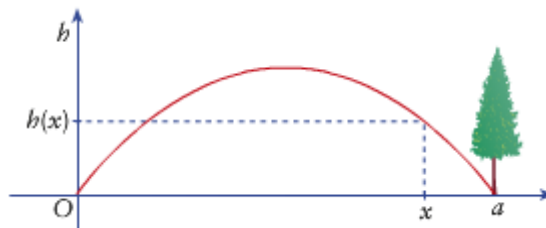
Seja  $R$  o rendimento diário

$$R(x) = 60x - (0,5x^2 + 15x + 12)$$

Com recurso à calculadora gráfica, verifica que o máximo rendimento diário é obtido para a produção de 45 fatos por dia e o valor é de, aproximadamente, 1000 euros.

Figura 7.16: Situação-problema S42

A figura representa o arco definido pela água de um aspersor de rega. A linha é definida pela função  $h(x) = -1/2x^2 + 4x$  onde  $h$  é a altura (em metros) e  $x$  a distância horizontal (em metros) do ponto de saída da água



(1) Determine a altura máxima que a água atinge;

(2) Determine a distância máxima atingida pela água.

Figura 7.17: Situação-problema S43

### Avaliação da natureza das situações-problema S41, S42 e S43

As situações-problema S41, S42 e S43 têm origem no modelo matemático representativo do fenómeno que são previamente apresentados. Propõe-se que através do

manuseamento dos modelos os alunos resolvam problemas inerentes aos contextos das situações-problema. Para tal, pressupõe-se que os alunos tirem conclusões, façam cálculos, apliquem conceitos matemáticos, etc.. Afere-se também a existência na planificação como objetivo “(...) resolver problemas em contexto real (...) envolvendo função quadrática” como exemplo de aplicações dos conteúdos inerentes ao estudo da função quadrática. Atendendo ao exposto consideram-se as três situações-problema de natureza que não de MM mas de aplicação matemática.

Atendendo a que a avaliação determinou que as situações-problema referidas não são de natureza de MM, considerou-se no entanto pertinente proceder-se à avaliação das etapas atendidas pelo professor, para se compreender a expressividade dada a cada uma delas.

#### **Avaliação da pertinência das situações-problema S41, S42 e S43**

Trata-se de um curso de Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho e Ambiente, assim apenas a situação-problema S42 é pertinente por ser alusiva a fenómenos do mundo real e das profissões do curso, nomeadamente “a produção de fatos de proteção”. A situação-problema S41 e S43, apesar de serem alusivas a fenómenos do mundo real não são das profissões inerentes ao curso, logo consideram-se não pertinentes.

#### **Avaliação do processo adotado nas situações-problema S41, S42 e S43**

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Existência de resolução de problema no contexto da situação-problema S41, a saber: (1) a determinação da medida da base da janela, com aproximação aos centímetros, de modo que a área da janela seja  $1,7 \text{ m}^2$ .

A situação-problema S42 apresenta um conjunto de problemas inerentes ao seu contexto nomeadamente: (1) o cálculo do número de fatos a produzir e a vender para se obter o máximo rendimento diário; (2) o cálculo do rendimento máximo diário.



Relativamente à situação-problema S43 verifica-se a existência dos seguintes problemas: (1) a determinação da altura máxima que a água atinge; (2) a determinação da distância máxima atingida pela água.

Face ao exposto as três situações-problema permitem a resolução de problemas inerentes ao contexto da referida situação-problema. No entanto a planificação não apresenta evidências que espelhem a intenção do professor solicitar junto dos alunos a justificação dos procedimentos adotados na resolução desses problemas.

### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

Na planificação não se encontram evidências que permitam tirar-se conclusões acerca da interpretação das soluções à luz do contexto de cada situações-problema.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas das situações-problema S41, S42 e S43**

Pela análise do enunciado das três situações-problema verifica-se a possibilidade de existência das conexões intra-matemáticas: Na situação-problema S41 com: (1) arredondamentos; (2) resolução de equações do 2º grau. Na situação-problema S42 com: (1) a determinação de uma imagem dado o objeto na determinação das coordenadas do vértice da função quadrática. Na situação-problema S43 com: (1) a determinação de uma imagem dado o objeto na determinação das coordenadas do vértice da função quadrática; (2) os zeros da função.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares das situações-problema S41, S42 e S43**

A situação-problema S41, cujo contexto se reporta à área de uma janela, não permite estabelecer conexões interdisciplinares. A situação-problema S42 cujo contexto incide na produção de fatos de proteção permite a conexão com a disciplina de Estudo e Organização do Trabalho (componente técnica) módulo 2 - A Empresa e os Fatores de Produção e módulo 3 - A gestão da Empresa. A situação-problema S43 que se reporta a um aspersor de rega, tendo em conta a sua formulação permite estabelecer conexões interdisciplinares com Física e Química (componente científica) no módulo F1 Movimento

e Forças e a disciplina de Educação Física (componente sociocultural) no lançamento de um objeto numa modalidade desportiva.

Conclui-se que só a situação-problema S42 permite conexões com a componente técnica do curso, o que corrobora a sua pertinência.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Inexistência de tecnologias na sala de aula, dispondo apenas de um quadro branco. Os recursos mencionados na planificação são a calculadora gráfica, ficha de trabalho e o quadro branco.

### **Avaliação da GCM implementada do professor P4 – 1ª aula**

#### **Avaliação da natureza das situações-problema S41, S42 e S43**

Atendendo a que foi implementada na primeira aula observada as situações-problema S41, S42 e S43 constantes na planificação, sem quaisquer alterações, mantem-se a avaliação proferida anteriormente, que determinou que as três situações-problema são de natureza de aplicação matemática, por terem origem no modelo matemático representativo do fenómeno, que se manuseia para se dar resposta aos problemas inerentes a cada contexto, permitindo tirar conclusões, fazer cálculos, verificar exemplos e resultados, aplicar conceitos matemáticos.

#### **Avaliação da pertinência das situações-problema S41, S42 e S43**

Atendendo a que os respetivos contextos das situações-problema S41, S42 e S43 se mantiveram como planificado, apenas se considera à semelhança da avaliação proferida na GCM intencional do professor P4, a pertinência da situação-problema S42 por ser alusiva a fenómenos do mundo real e das profissões do curso, nomeadamente “a produção de fatos de proteção”.

### **Avaliação do processo adotado nas situações-problema S41, S42 e S43**

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Existência de resolução pelos alunos de problema no contexto da situação-problema S41, a saber: (1) a determinação da medida da base da janela, com aproximação aos centímetros, de modo que a área da janela seja  $1,7 \text{ m}^2$ . Relativamente à situação-problema S42 os alunos resolveram os seguintes problemas: (1) o cálculo do número de fatos a produzir e a vender para se obter o máximo rendimento diário; (2) o cálculo do rendimento máximo diário. Verificou-se a existência de resolução pelos alunos de problemas no contexto da situação-problema S43: (1) a determinação da altura máxima que a água atinge; (2) a determinação da distância máxima atingida pela água. Os procedimentos de resolução dos problemas relativos às situações-problema S41, S42 e S43 foram justificados pelos alunos com base na interpretação geométrica com auxílio da calculadora gráfica, depreendendo-se por isso que os procedimentos foram adequadamente justificados.

#### **5ª Etapa - Interpretação das soluções**

Os alunos interpretaram as soluções determinadas à luz do respectivo contexto da situação-problema a que diz respeito, a saber: Na S41: (1) Para que a área da janela seja  $1,7 \text{ m}^2$ , o cumprimento da base da janela deve ser 1,04m; Na S42: (1) (2) Devem ser produzidos e vendidos 45 fatos para um rendimento máximo de 1000€. Quanto à S43: (1) A água atinge a altura máxima de 8 m; (2) A distância máxima atingida pela água ou seja o seu alcance é de 8 m.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas das situações-problema S41, S42 e S43**

Inexistência de conexões intra-matemáticas na consecução das situações-problema S41, S42 e S43. Tais conexões foram inviabilizadas pela restrição ao método gráfico (modo intuitivo). Face a isto, nenhuma das abordagens imprimidas às três situações-problema espelhou a abrangência de conexões intra-matemáticas.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares das situações-problema S41, S42 e S43**

A situação-problema S41, cujo contexto se reporta à área de uma janela, não permitiu o professor estabelecer conexões interdisciplinares. No entanto enfatizou junto dos alunos a interdisciplinaridade na abordagem da situação-problema S42 cujo contexto incide na produção de fatos de proteção permite a conexão com a disciplina de Estudo e Organização do Trabalho (componente técnica) módulo 2 - A Empresa e os Fatores de Produção e módulo 3 – A gestão da Empresa. O mesmo se refere à situação-problema S43 que se reporta a um aspersor de rega, tendo permitido o professor enfatizar as conexões interdisciplinares com a disciplina de Física e Química (componente científica) no módulo F1 Movimento e Forças e a disciplina de Educação Física (componente sociocultural) no lançamento de um objeto numa modalidade desportiva.

Conclui-se que só na abordagem da situação-problema S42 se estabeleceu conexões com a componente técnica do curso o que corrobora a sua pertinência. Conclui-se ainda que somente a abordagem da situação-problema S43 cumpriu a abrangência de conexões interdisciplinares.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Observou-se a inexistência de tecnologias na sala de aula onde decorreu a observação, uma vez que a sala de aula apenas dispunha de um quadro branco. Estes fatores condicionantes podem justificar a existência restrita de integração de tecnologias (apenas à calculadora gráfica) pelo professor P4 na abordagem das três situações-problema S41, S42 e S43.

### **Avaliação da GCM intencional do professor P4 – 2ª aula**

A avaliação da GCM intencional do professor P4 incidiu no plano da segunda aula objeto de posterior observação no dia quinze de Março de dois mil e onze e teve a duração de 90 minutos. O plano da segunda aula reporta-se ao 10º ano, módulo A2 Funções Polinomiais cujos conteúdos abordados foram a “resolução de problemas envolvendo a

função quadrática”. Para tal foram propostas três situações-problema que passamos a identificar por S44, S45, S46 e S47 sobre as quais se incidirá a avaliação.

A trajetória descrita por uma bola de golfe tem a forma de uma parábola. Num terreno plano a distância percorrida pela bola foi de 30 metros (alcance) e altura máxima atingida de 9 metros. Encontra o modelo que representa a trajetória da bola.

**Figura 7.18: Situação-problema S44**

Modela a parábola de vértice (1,-4) e que passa ponto (-2,5).

**Figura 7.19: Situação-problema S45**

O António é proprietário de uma microempresa de produção de cestos para depósito de lixo sanitário. Vende cerca de 50 cestos por dia a 10 euros cada. Por cada euro que o preço baixa, aumenta a venda em 10 cestos. Para obter o máximo rendimento, qual deverá ser o custo de cada cesto em número inteiro de euros?

**Figura 7.20: Situação-problema S46**

A trajetória descrita por um atleta quando salta de uma prancha para uma piscina é dada por  $h(x) = -0,4x^2 + 2,4x + 8$ .

Determine:

- (1) A altura da prancha;
- (2) A altura a que se encontra o atleta para uma distância na horizontal de 5 metros;
- (3) A altura máxima atingida pelo atleta;
- (4) A distância na horizontal desde a prancha até ao ponto onde o atleta entra na água.
- (5) Resolva a equação  $h(x)=10$  e interprete no contexto do problema;
- (6) Determine os valores da distância na horizontal para uma altura superior a 5,2 metros e interprete no contexto do problema.

**Figura 7.21: Situação-problema S47**

### **Avaliação da natureza das situações-problema S44, S45, S46 e S47**

As situações-problema S44 e S45 não têm origem num problema de análise, otimização e controle de processos cuja resolução subentende a determinação do modelo matemático. O incumprimento do indicador que determina a existência de MM leva a considerar que as referidas situações-problema não são de natureza de MM. O mesmo não poderá ser dito relativamente à situação-problema S46, que têm origem num problema de análise, otimização e controle de processos, cuja resolução subentende a determinação do modelo matemático em particular que representa “a função rendimento”. Atendendo a isto, considera-se que a natureza da situação-problema referida é de MM.

Existência na planificação, do propósito de resolver problemas “(...) envolvendo a função quadrática” como exemplo de aplicações desses conteúdos. Atendendo a que a situação-problema S47, tem origem no modelo matemático, cujo seu manuseamento permite a resolução de problemas, está-se perante uma situação-problema de natureza de aplicação matemática. Acrescenta-se que também é pretensão do professor envolver os alunos nas “aplicações da função quadrática”, como se lê na planificação.

### **Avaliação da pertinência das situações-problema S44, S45, S46 e S47**

Tratando-se de um curso de Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho e Ambiente, considera-se que das situações-problema S44 e S47 apenas S46 é pertinente para o curso, na medida em que as situações-problema S44 e S47 apesar de aludirem a fenómenos da vida real respetivamente a “trajetória descrita por uma bola de golfe”, e “a trajetória descrita por um atleta quando salta de uma prancha para uma piscina” não aludem a fenómenos profissionais do curso. A situação S45 não é pertinente por ausência de contextualização.

### **Avaliação do grau de desafio das situações-problema S44, S45, S46**

As situações-problema S44 e S45 apresentam um inadequado grau de desafio por ser reduzido, uma vez que os alunos dispõem de um método imediato de resolução que consiste no uso do modelo institucionalizado, ou seja, lê-se na planificação que o professor

“explicará a equação da parábola  $y = a(x - h)^2 + k, a \neq 0$ , que põe em evidência as coordenadas (h, k) do vértice da parábola (...) para evidenciar as vantagens dessa nova forma da equação da parábola”.

Relativamente à situação-problema S46, verifica-se um grau de desafio elevado, logo adequado atendendo à sua natureza. Esta avaliação resulta no fato da resolução do problema não dispor de um método imediato de resolução, que subentende a matematização prévia do fenómeno.

### **Avaliação do grau de estrutura das situações-problema S44, S45, S46**

As situações-problema S44 e S45 apresentam um inadequado grau de estrutura (fechada), uma vez que são explícitas *claramente* as condições iniciais (vértice e um ponto da parábola) e a concretização dos objetivos (modelo institucionalizado  $y = a(x - h)^2 + k, a \neq 0$ ). Em função deste parecer, ajuíza-se que os alunos não terão oportunidade de selecionar as estratégias e ferramentas matemáticas mais adequadas dado que se apresenta a parábola como representação geométrica dos fenómenos.

Contrariamente verifica-se a adequação do grau de estrutura da situação-problema S46 (estrutura aberta), uma vez que permite a seleção pelos alunos das estratégias e ferramentas matemáticas mais adequadas, tendo em conta que não é explícito o que é pedido, uma vez que os alunos terão que interpretar o rendimento máximo como sendo a ordenada do vértice da função rendimento.

Tendo em conta que a avaliação acima proferida considerou, atendendo aos indicadores, que apenas a situação-problema S46 se enquadra na natureza de MM, considerou-se no entanto pertinente proceder à avaliação do processo adotado nas restantes situações-problema para se perceber o nível de pretensão de execução das etapas pelo professor P4, uma vez que parece ser seu propósito envolver os alunos na MM.

## **Avaliação do processo adotado nas situações-problema S44, S45 e S46**

### **1ª Etapa - Problema do mundo real e das profissões**

A planificação não evidencia a existência de simplificação das situações-problema S44 e S45, através de um enunciado claro, com a compreensão do fenómeno e a clarificação das informações relevantes e não relevantes, uma vez que as referidas situações-problema já se apresentam simplificadas. A situação-problema S46 subentende a sua simplificação pelos alunos, para a sua modelação.

### **2ª Etapa - Formulação de conjecturas**

Atendendo aos enunciados das situações-problema S44 e S45, ajuíza-se que não promove a formulação de conjecturas, uma vez que os alunos terão apenas que substituir as variáveis no modelo institucionalizado pelo professor ( $y = a(x - h)^2 + k, a \neq 0$ ). A situação-problema S46 é promotora de formulação de conjecturas, com o levantamento de hipóteses, a identificação das constantes envolvidas, a generalização e identificação das variáveis a considerar, a seleção dos símbolos apropriados para as variáveis e a descrição das relações entre as variáveis.

### **3ª Etapa - Matematização das situações-problema S44, S45 e S46**

Afere-se a inexistência de um plano de matematização autónomo nas situações-problema S44 e S45, atendendo a que se apresenta o modelo institucionalizado para a sua matematização. Além disso parece haver incidência no método algébrico, sem possibilidade de confronto com outro método para comparação dos modelos matemáticos, logo intende-se a inadequação do plano de matematização. A situação-problema S46 é promotora de um plano autónomo de matematização. Contudo pela ausência de evidências na planificação, nada se pode ajuizar acerca da adequação do plano de matematização.



**4ª Etapa - Resolução matemática de problemas**

Inexistência de proposta de resolução de problemas inerentes às situações-problema S44 e S45. No entanto a planificação espelha a existência de resolução de um problema no contexto da S46 “Qual deverá ser o custo de cada cesto para se obter um rendimento máximo?”. Ressalva-se a inexistência de evidências que permitam deliberar acerca da adequação dos procedimentos de resolução do problema no contexto da situação-problema S46.

**5ª Etapa - Interpretação da solução do problema**

A resposta ao problema no contexto da situação-problema S46 parece deliberar implicitamente a interpretação da solução à luz do contexto do problema.

**6ª Etapa – Validação do modelo**

Inexistência de evidências na planificação que permitam concluir que o professor tem a pretensão se solicitar aos alunos a análise do nível de representatividade dos modelos inerentes às situações-problema S44, S45 e S46.

**7ª Etapa – Elaboração do relatório**

Inexistência de proposta de elaboração na planificação de um relatório descritivo e reflexivo dos procedimentos adotados na procura dos modelos inerentes às situações-problema S44, S45 e S46.

**Avaliação do processo adotado na situação-problema S47****4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Existência de resolução de problemas no contexto da situação-problema S47, a saber: (1) altura da prancha; (2) altura a que se encontra o atleta para uma distância na horizontal de 5 metros; (3) a altura máxima atingida pelo atleta; (4) determinação da distância na horizontal desde a prancha até ao ponto onde o atleta entra na água; (5) resolução da equação  $h(x)=10$ ; (6) a determinação dos valores da distância na horizontal

para uma altura superior a 5,2 metros. No entanto a planificação não apresenta evidências que espelhem a pretensão do professor solicitar junto dos alunos a justificação dos procedimentos adotados na resolução destes problemas.

### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

A evidência “resolva (...) e interprete a solução no contexto” na situações-problema S47 permite concluir sobre a relevância que o professor atribui à concretização desta etapa.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas das situações-problema S44, S45, S46 e S47**

Dos enunciados das situações-problema S44, S45 e S46 verifica-se a possibilidade de existência de conexões com outros conteúdos do currículo de Matemática, nomeadamente: nas situações-problema S44 e S45 permitem as conexões: (1) equações do primeiro grau; (2) propriedade distributiva; (3) simplificação de monómios semelhantes; (4) casos notáveis. Na situação-problema S46 permite-se a conexões com: (1) simplificação de monómios; (2) propriedade distributiva; (3) equações do segundo grau. A S47 é promotora de conexões intra-matemáticas: (1) arredondamentos; (2) resolução de equações do 1º e 2º grau; (3) determinação de uma imagem dado o seu objeto; (4) cálculo dos zeros de uma função quadrática

### **Avaliação das conexões interdisciplinares das situações-problema S44, S45, S46 e S47**

A partir da análise dos contextos das situações-problema S44, S45 e S46 percebe-se a existência de conexões interdisciplinares. As situações-problema S44 e S45 permitem a conexões com a disciplina de Física e Química (componente científica), módulo F1 (Movimento e Forças) e a disciplina de Educação Física (componente sociocultural), no lançamento de um objeto numa modalidade desportiva. A S46 permite conexões com a disciplina de Estudo e Organização do Trabalho (componente técnica) módulo 2 - A Empresa e os Fatores de Produção e o módulo 3 - A gestão da Empresa. Existência de conexões da situação-problema S47 com a disciplina de Física e Química (componente

científica), no módulo F1 Movimento e Forças e a disciplina de Educação Física (componente sociocultural) em particular na prática desportiva.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

A planificação espelha a importância restrita que o professor atribui às tecnologias, uma vez que os únicos recursos tecnológicos mencionados são a calculadora gráfica.

### **Avaliação da GCM implementada do professor P4 – 2ª aula**

#### **Avaliação da natureza das situações-problema S44, S45, S46 e S47**

Atendendo a que foi implementada na segunda aula observada as situações-problema S44, S45, S46 e S47 constantes na planificação, sem quaisquer alterações, mantem-se a avaliação proferida anteriormente, que determinou que das quatro situações-problema, apenas a situação-problema S46 é de natureza de MM, por ter origem num problema de análise, otimização e controle de processos, cuja resolução subentende a determinação do modelo matemático em particular que representa “a função rendimento” e a situação-problema S47, de natureza de aplicação matemática, por ter origem no modelo matemático cujo seu manuseamento permite a resolução dos problemas apresentados.

Corroborar-se que as situações-problema S44 e S45, por não terem origem num problema de análise, otimização e controle de processos, cuja resolução subentende a determinação do modelo matemático, não são de natureza de MM, apesar de ser esse o propósito do professor.

#### **Avaliação da pertinência das situações-problema S44, S45, S46 e S47**

Atendendo a que os contextos das situações-problema S44, S45, S46 e S47 se mantiveram como planificado, corrobora-se que apenas a situações-problema S46 é pertinente para o curso. A situação S45 não é pertinente por ausência de contextualização.

**Avaliação do grau de desafio das situações-problema S44, S45 e S46**

As situações-problema S44 e S45 apresentam um inadequado grau de desafio, (reduzido) uma vez que os alunos dispuseram de um método imediato de resolução que consistiu na substituição das variáveis no modelo institucionalizado  $y = a(x - h)^2 + k, a \neq 0$  que põe em evidência as coordenadas (h, k) do vértice da parábola.

A situação-problema S46, tem um grau de desafio elevado, logo adequado atendendo à sua natureza. Os alunos não dispuseram de um método imediato de resolução, tendo que matematizar previamente o fenómeno.

**Avaliação do grau de estrutura das situações-problema S44, S45 e S46**

Os alunos não tiveram oportunidade de selecionar as estratégias e ferramentas matemáticas mais adequadas dado que o professor apresentou a parábola como representação geométrica dos fenómenos e o modelo institucionalizado  $y = a(x - h)^2 + k, a \neq 0$ ). Em consequência disto, as situações-problema S44 e S45 apresentam um inadequado grau de estrutura (fechada), uma vez que são explícitas claramente as condições iniciais (vértice e um ponto da parábola) e a concretização dos objetivos. Na abordagem da situação-problema S46 os alunos selecionaram as estratégias e ferramentas matemáticas mais adequadas interpretando o rendimento máximo como sendo a ordenada do vértice da função rendimento. Verifica-se assim a adequação do grau de estrutura (estrutura aberta).

**Avaliação do processo adotado nas situações-problema S44, S45 e S46****1ª Etapa - Problema do mundo real e das profissões**

Os alunos não simplificaram as situações-problema S44 e S45, através de um enunciado claro, com a compreensão do fenómeno e a clarificação das informações relevantes e não relevantes, uma vez que já se encontravam simplificadas. Contrariamente procederam à simplificação da situação-problema S46.

**2ª Etapa - Formulação de conjecturas**

Os alunos substituíram as variáveis no modelo institucionalizado pelo professor  $y = a(x - h)^2 + k, a \neq 0$ , na matematização das situações-problema S44 e S45, não tendo formulado quaisquer conjecturas. Na situação-problema S46 os alunos procederam à formulação de conjecturas como a seguir se apresenta:

A. Levantamento de hipóteses;

50 Cestos-----10€-----500€

60 Cestos-----9€-----540€

70 Cestos-----8€-----560€

80 Cestos-----7€-----560€

90 Cestos-----6€-----540€

B. Identificação das constantes envolvidas;

Não existem constantes a considerar.

C. Generalização e identificação das variáveis a considerar;

- melhor preço para cada cesto;

- valor em euros que se deduz ao preço de cada cesto;

- número de cestos que se terá de vender a mais devido à diminuição do custo por cesto.

D. Seleção dos símbolos apropriados para as variáveis;

x - melhor preço para cada cesto, 10-x - valor em euros que se deduz ao preço de cada cesto;

10 (10-x) - número de cestos que se terá de vender a mais devido à diminuição do custo por cesto.

E. Descrição das relações entre as variáveis.

O rendimento é obtido em função do número de cesto que se vende.

**3ª Etapa - Matematização das situações-problema S44, S45 e S46**

Afere-se a inexistência de um plano de matematização autónomo nas situações-problema S44 e S45, atendendo a que os alunos foram orientados para o uso do modelo institucionalizado através do método algébrico para a matematização das situações-

problema, sem comparação com modelos matemáticos determinados por pelo menos outro método. Assim, entende-se a inadequação do plano de matematização. A situação-problema S46 desenvolveu-se sob orientação e interpelação do professor não havendo lugar a um plano autónomo de matematização. Além disso o plano de matematização desenvolveu-se inadequadamente por ter sido restrito ao método algébrico.

#### **4ª Etapa - Resolução matemática de problemas**

Os alunos não resolveram problemas inerentes às situações-problema S44 e S45. Apenas resolveram um problema no contexto da situação-problema S46 “Qual deverá ser o custo de cada cesto para se obter um rendimento máximo?”, tendo os procedimentos de resolução do problema sido adequadamente justificados pelo método gráfico para obtenção das coordenadas do vértice que define respetivamente o custo de cada cesto e o rendimento máximo.

#### **5ª Etapa - Interpretação da solução do problema**

Existência de interpretação pelos alunos da solução à luz do contexto da situação-problema S46, a saber: “Para um rendimento máximo o custo de cada cesto deverá ser de 7€ ou 8€, sendo esse rendimento de 560€”.

#### **6ª Etapa – Validação do modelo**

Em nenhuma das situações-problema S44, S45 e S46, os alunos validaram os modelos com a análise do nível de representatividade dos modelos.

#### **7ª Etapa – Elaboração do relatório**

Os alunos não passaram a escrito num relatório descritivo e reflexivo os procedimentos adotados na procura dos modelos inerentes às situações-problema S44, S45 e S46.

### **Avaliação do processo adotado na situação-problema S47**

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Os alunos resolveram os seguintes problemas no contexto da situação-problema S47, a saber: (1) altura da prancha; (2) altura a que se encontra o atleta para uma distância na horizontal de 5 metros; (3) a altura máxima atingida pelo atleta; (4) determinação da distância na horizontal desde a prancha até ao ponto onde o atleta entra na água; (5) resolução da equação  $h(x)=10$ ; (6) a determinação dos valores da distância na horizontal para uma altura superior a 5,2 metros. Além disso justificaram adequadamente os procedimentos adotados na resolução dos problemas recorrendo ao método algébrico e gráfico com auxílio da calculadora gráfica.

#### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

Verificou-se a existência de interpretação pelos alunos das soluções à luz do contexto da S47: (1) A prancha encontra-se a uma altura de 8 metros; (2) O atleta encontra-se a uma altura de 10 metros para uma distância na horizontal de 5 metros; (3) A altura máxima atingida pelo atleta é aproximadamente 11,6 metros; (4) A distância na horizontal da prancha até ao ponto onde o atleta entra na água é de aproximadamente 8,39 metros; (5) O atleta encontra-se a uma altura de 10 metros do chão para uma distância na horizontal de 1 metros e de 5 metros; (6) O atleta encontra-se a uma altura superior a 5,2 metros quando a distância na horizontal é inferior a 7 metros.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas das situações-problema S44, S45, S46 e S47**

Na resolução das situações-problema S44 e S45 os alunos através do método algébrico determinaram a equação da parábola no tipo  $y=ax^2+bx+c$  a partir de  $y= a(x-h)^2+k$  com vértice  $(h, k)$ , tendo-se concretizando as seguintes conexões intra-matemáticas: (1) equações do primeiro grau; (2) propriedade distributiva; (3) simplificação de monómios semelhantes; (4) casos notáveis. Na situação-problema S46 através do método algébrico os alunos determinaram a função rendimento estabelecendo-se conexões com:

(1) simplificação de monómios; (2) propriedade distributiva; (3) equações do segundo grau. Face ao exposto, a abordagem das situações-problema S44, S45 e S46 espelhou a abrangência de conexões intra-matemáticas. Na resolução da situação-problema S47 foram estabelecidas as conexões intra-matemáticas com: (1) arredondamentos; (2) resolução de equações do primeiro grau; (3) determinação de uma imagem dado o seu objeto; e (4) cálculo dos zeros de uma função quadrática. Em função disto, observou-se uma abordagem abrangência de conexões intra-matemáticas na situação-problema S47.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares das situações-problema S44, S45, S46 e S47**

A abordagem das situações-problema S44 e S45 permitiram conexões de forma abrangente com a disciplina de Física e Química (componente científica), módulo F1 (Movimento e Forças) e a disciplina de Educação Física (componente sociocultural), no lançamento de um objeto numa modalidade desportiva. Na situação-problema S46 o professor referiu a ligação com a disciplina de Estudo e Organização do Trabalho (componente técnica) módulo 2 - A Empresa e os Fatores de Produção e o módulo 3 - A gestão da Empresa, sem que essas conexões fossem concretizadas de forma abrangente. Existência de concretização efetiva e de forma abrangente na situação-problema S47 das conexões interdisciplinares com a disciplina de Física e Química (componente científica), no módulo F1 Movimento e Forças e a disciplina de Educação Física (componente sociocultural) em particular na prática desportiva. Refira-se que apenas a situação-problema S46 espelhou a ligação com a componente técnica do curso, apesar de ter sido mais evidente para os alunos se o contexto tratasse por exemplo da produção e venda de extintores facto que corrobora a avaliação da sua pertinência para o curso.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Observou-se a inexistência de tecnologias na sala de aula onde decorreu a observação das aulas, uma vez que a sala de aula apenas dispunha de um quadro branco. Estes fatores condicionantes podem justificar a existência restrita de integração das tecnologias (apenas à calculadora gráfica) pelo professor P4 na abordagem das quatro situações-problema S44, S45, S46 e S47.



Para sintetizar a avaliação da GCM do professor P4, apresenta-se nos quadros que se seguem (Quadro 7.20 ao Quadro 7.23) a síntese avaliativa consubstanciada nas planificações e respectivas aulas observadas.

### Síntese avaliação da GCM do professor P4

**Quadro 7.20-Síntese avaliativa da natureza, pertinência, grau de desafio e grau de estrutura das situações-problema S41, S42, S43, S44, S45, S46 e S47**

	Natureza	Pertinência	Grau de desafio	Grau estrutura
S41	Aplicação	Não	-	-
S42	Aplicação	Sim	-	-
S43	Aplicação	Não	-	-
S44	“Falsa Modelação”	Não	Inadequado	Inadequado
S45	“Falsa Modelação”	Não	Inadequado	Inadequado
S46	Modelação	Sim	Adequado	Adequado
S47	Aplicação	Não	-	-

**Quadro 7.21-Síntese avaliativa do processo adotado nas situações problema S41, S42, S43, S44, S45, S46 e S47**

	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47
<b>1ª Etapa</b>	-	-	-	Inexistência de simplificação	Inexistência de simplificação	Existência de simplificação	-
<b>2ª Etapa</b>	-	-	-	Inexistência de estruturação	Inexistência de estruturação	Existência de estruturação	-
<b>3ª Etapa</b>	-	-	-	Inexistência de autonomia na consecução do plano de matematização; Inadequação do plano de matematização	Inexistência de autonomia na consecução do plano de matematização; Inadequação do plano de matematização	Inexistência de autonomia na consecução do plano de matematização; Inadequação do plano de matematização	-
<b>4ª Etapa</b>	Resolução de problemas; justificação adequada dos procedimentos	Resolução de problemas; justificação adequada dos procedimentos	Resolução de problemas; justificação adequada dos procedimentos	Inexistência de resolução de problemas	Inexistência de resolução de problemas	Existência de resolução de problemas; procedimentos adequadamente justificados.	Existência de resolução de problemas; justificação adequada dos procedimentos
<b>5ª Etapa</b>	Interpretação das soluções à luz do contexto	Interpretação das soluções à luz do contexto	Interpretação das soluções à luz do contexto	Inexistência pelo incumprimento da etapa anterior	Inexistência pelo incumprimento da etapa anterior	Existência de interpretação à luz do contexto do problema.	Existência de interpretação das soluções à luz do contexto
<b>6ª Etapa</b>	-	-	-	Inexistência de validação do modelo	Inexistência de validação do modelo	Inexistência de validação do modelo	-
<b>7ª Etapa</b>	-	-	-	Inexistência de relatório descritivo e/ou reflexivo do processo de MM	Inexistência de relatório descritivo e/ou reflexivo do processo de MM	Inexistência de relatório descritivo e/ou reflexivo do processo de MM	-

**Quadro 7.22-Síntese avaliativa das conexões intra-matemáticas e interdisciplinares das situações-problema S41, S42, S43, S44, S45, S46 e S47**

	Conexões intra-matemáticas	Abrangência	Conexões interdisciplinares	Abrangência	Componente técnica
S41	Não	Não	Não	Não	Não
S42	Não	Não	Sim	Não	Sim
S43	Não	Não	Sim	Sim	Não
S44	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
S45	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
S46	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
S47	Sim	Sim	Sim	Sim	Não

**Quadro 7.23-Síntese avaliativa dos fatores condicionantes de índole material das duas aulas**

	Tecnologias na sala	Integração de tecnologias
1ª aula	Inexistentes	Integração restrita à calculadora gráfica
2ª aula	Inexistentes	Integração restrita à calculadora gráfica

### Principais conclusões avaliativas da GCM do Professor P4

O professor P4 apresentou sete situações-problema S41, S42, S43, S44, S45, S46 e S47, incidindo a avaliação em todas elas. Das sete situações-problema avaliadas quatro são de natureza de aplicação matemática (S41, S42, S43), duas não são de natureza de MM (S44 e S45) e uma de natureza de MM (S46).

O professor P4 não atendeu à pertinência das situações-problema a propor, uma vez que apenas duas situações-problema (S42 e S46) são pertinentes para o Curso de Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho e Ambiente.

As situações-problema S44 e S45 têm um inadequado grau de desafio e um inadequado grau de estrutura, fato que corrobora a avaliação feita à sua natureza.

Nas situações-problema S44 e S45, verifica-se um incumprimento muito acentuado das etapas que compõem o ciclo de MM, adotado na presente investigação, o que corrobora a avaliação feita à sua natureza. Apenas foi concretizada a 3ª etapa respeitante à matematização, embora sem que tivesse havido autonomia do aluno e sem o recurso a pelo menos dois métodos distintos, para confronto dos modelos determinados, fatores que determinam um inadequado plano de matematização em ambas as situações-problema.

Relativamente à única situação-problema que concretiza os indicadores para que a sua natureza seja de MM (S46), verifica-se um incumprimento da 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> etapa. Acrescenta-se o facto da concretização da 3<sup>a</sup> etapa não se ter desenvolvido segundo um plano autónomo e adequado. Atendendo a estas conclusões, o professor P4 não desenvolveu nos alunos a MM como competência, nem as competências associadas ao seu processo, já que se assistiu a uma interpretação e apropriação errada por parte do professor do ciclo de MM.

Na realização da situação-problema de natureza de aplicação matemática, foram concretizadas a 4<sup>o</sup> e 5<sup>o</sup> etapa do processo adequadamente e com o relevo desejado, desenvolvendo nos alunos a oportunidade de compreender a Matemática como ferramenta para a intervenção no mundo real, associada à resolução de problemas.

O professor P4 não deu expressão às conexões intra-matemáticas nas situações-problema de natureza de aplicação matemática, por ter restringido a sua resolução ao método gráfico com recurso à calculadora gráfica. As conexões interdisciplinares foram atendidas de forma mais expressiva pelo professor P4, na sua maioria de forma abrangente. Apesar disso as conexões interdisciplinares com a componente técnica do curso não foram contempladas uma vez que apenas em duas situações-problema das sete propostas foram atendidas tais conexões, corroboram a não pertinência das situações-problema para o curso.

Quanto aos fatores condicionantes de índole material, afere-se a inexistência de tecnologias na sala onde decorreram as aulas observadas. Esta ausência pode justificar a integração restrita de tecnologias pelo professor P4, que se resumiu unicamente à utilização da calculadora gráfica.

Pelo exposto, a GCM promovida pelo professor P4 parece deixar a descoberto uma apropriação superficial de uma GCM assente no desenvolvimento de competências essenciais nos futuros profissionais da indústria.

#### 7.4.5. Avaliação da GCM Intencional e Implementada pelo professor P5 no Curso Profissional de Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica.

##### Avaliação da GCM intencional do professor P5 – 1ª aula

A avaliação da GCM intencional do professor P5 incidiu no plano da primeira aula objeto de posterior observação no dia vinte e um de Fevereiro de dois mil e onze e teve a duração de 90 minutos. O plano da primeira aula reporta-se ao 10º ano, módulo A2 Funções Polinomiais cujos conteúdos abordados foram a “Resolução de problemas sobre a função quadrática em contexto real. Comparação e discussão de resultados com recurso à calculadora gráfica”. Para tal foram propostas duas situações-problema que passamos a identificar por S51 e S52 sobre as quais se incidirá a avaliação.

Uma bola de ténis é atirada de 4,5 metros de altura. A altura da bola em relação ao chão,  $a$ ,  $t$  segundos após ter sido lançada é dada por:  $a(t) = -t^2 + 4t + 4,5$

- (1) Esboça o gráfico da função.
- (2) Durante quanto tempo esteve a bola a uma altura superior a 6,5 metros?
- (3) Qual a altura máxima atingida pela bola?
- (4) Ao fim de quanto tempo é que a bola cai no chão? (arredondamento às unidades);
- (5) Resolve a inequação  $a(t) - 8,5 > 0$  e interpreta no contexto do problema.

Figura 7.22: Situação-problema S51

Da família de retângulos com 16 cm de perímetro, qual o retângulo de maior área?

Figura 7.23: Situação-problema S52

##### **Avaliação da natureza das situações-problema S51 e S52**

Atendendo a que a situação-problema S51 tem origem no modelo matemático previamente apresentado como representativo do fenómeno, cujo seu manuseamento permite a resolução de problemas, está-se perante uma situação-problema de natureza que não de MM, mas de aplicação matemática. Além disso, lê-se na planificação, a intenção de desenvolver nos alunos as “capacidades transversais nomeadamente a compreensão,

conceção e justificação de estratégias recorrendo a aplicações para a resolução de problemas”.

Da avaliação à natureza da situação-problema S52 verifica-se que esta tem origem num problema de análise, otimização e controle de processos cuja resolução subentende a determinação do modelo matemático. Assim, o cumprimento do indicador que determina a existência de MM leva-nos a considerar que a referida situação-problema é de natureza de MM, sendo essa a intenção do professor, uma vez que na planificação pôde ler-se “traduzir relações de linguagem natural para linguagem matemática”.

### **Avaliação da pertinência das situações-problema S51 e S52**

Tratando-se de um curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica, considera-se que nenhuma das situações-problema é pertinente para o curso, na medida em que a situação-problema S51 apesar de aludir a fenómenos da vida real “lançamento de uma bola de ténis” não alude a fenómenos profissionais do curso. No que se refere à situação-problema S52 considera-se não ser pertinente atendendo a que a referida situação-problema não apresenta qualquer contextualização.

### **Avaliação do grau de desafio da situação-problema S52**

Verifica-se a adequação do grau de desafio (elevado) da situação-problema S52, porque não dispõem de um método imediato de resolução facto que implica previamente a matematização do fenómeno.

### **Avaliação do grau de estrutura das situação-problema S52**

O grau de estrutura da situação-problema S52 é adequado por ser aberta pois na situação-problema não explicita o que é dado:  $c$  (comprimento do retângulo) e largura= $8-x$  nem o que é pedido (concretização dos objetivos): máximo da função  $-x^2+8x=0$ .

## **Avaliação do processo adotado na situação-problema S51**

### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Existência de resolução de problemas no contexto da situação-problema S51, a saber: (1) Esboça o gráfico da função; (2) Durante quanto tempo esteve a bola a uma altura superior a 6,5 metros; (3) Qual a altura máxima atingida pela bola; (4) Ao fim de quanto tempo é que a bola cai no chão? (arredondamento às unidades); (5) Resolve a inequação  $a(t)-8,5>0$  e interpreta no contexto do problema. Além disso, consta na planificação a intenção de “resolução de problema sobre a função quadrática em contexto real” para o desenvolvimento da capacidade transversal “resolução de problemas com a compreensão do problema; a conceção, aplicação e justificação de estratégias”.

A planificação apresenta evidências que espelham a intenção do professor solicitar junto dos alunos a justificação dos procedimentos adotados na resolução destes problemas como capacidade transversal a desenvolver nos alunos como se apresenta citada na planificação; “Justificação; Argumentação; Formulação e teste de conjeturas” e “Explicar e justificar os processos de resolução, resultados e ideias matemáticos”.

### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

A evidência na planificação “descrevendo e interpretando no contexto da situação” espelha a relevância que o professor atribui à concretização desta etapa.

## **Avaliação do processo adotado na situação-problema S52**

### **1ª Etapa - Problema do mundo real e das profissões**

Na planificação os objetivos específicos “identificar os dados, as condições e o objetivo do problema, representar informações e ideias matemáticas de diversas formas, usando a notação simbólica e vocabulários próprios” parecem evidenciar a importância atribuída à simplificação com a clarificação das informações relevantes e não relevantes.

**2ª Etapa - Formulação de conjeturas**

Atendendo ao enunciado das situação-problema S52, ajuíza-se que se pretende promover a formulação de conjeturas, com o levantamento de hipóteses, a identificação das constantes envolvidas, a generalização e identificação das variáveis a considerar, a seleção dos símbolos apropriados para as variáveis e a descrição das relações entre as variáveis, “através da tradução de linguagem natural para linguagem matemática e da formulação e teste de conjeturas”.

**3ª Etapa - Matematização da situações-problema S52**

A evidência “conceber e pôr em prática estratégias de resolução de problemas, verificando a adequação dos resultados obtidos e dos processos utilizados” patente na planificação como objetivo específico, parece deliberar autonomia ao aluno na matematização do problema. A evidência expressa na planificação “averiguar a possibilidade de abordagens diversificadas para a resolução de um problema”, parece apontar para a diversidade de métodos na matematização do problema.

**4ª Etapa - Resolução matemática de problemas**

A planificação apresenta a proposta de resolução do problema inerente ao contexto da situação-problema S52, a saber: Qual o retângulo de maior área da família de retângulos com perímetro 16? As evidências “explicar e justificar os processos de resolução e discutir resultados, processos e ideias matemáticos verificando a adequação dos resultados obtidos e dos processos utilizados”, parecem enaltecer a importância da justificação adequada dos procedimentos de resolução do problema.

**5ª Etapa - Interpretação da solução do problema**

O objetivo geral expresso na planificação “utilizar linguagem matemática adequada na comunicação de conclusões contextualizadas” parece determinar implicitamente a interpretação pelos alunos da solução à luz do contexto do problema.

### **6ª Etapa – Validação do modelo**

Inexistência de evidências na planificação que permitam concluir que o professor pretende solicitar aos alunos a análise do nível de representatividade do modelo inerente à situação-problema S52.

### **7ª Etapa – Elaboração do relatório**

Verifica-se a inexistência de proposta de elaboração na planificação de um relatório descritivo e reflexivo dos procedimentos adotados na determinação do modelo representativo do fenómeno expresso na situações-problema S52.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas das situações-problema S51 e S52**

A situação-problema S51 é promotora das conexões: (1) arredondamentos; (2) resolução de equações do 1º e 2º grau; (3) determinação de uma imagem dado o seu objeto; (4) cálculo dos zeros de uma função quadrática. E a situação-problema S52 promotora das conexões: (1) áreas e perímetros de polígonos; (2) equações literais; (3) propriedades da multiplicação em relação à adição.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares das situações-problema S51 e S52**

A situação-problema S51 permite estabelecer conexões com a disciplina Física e Química (componente científica), módulo F1 Movimento e Forças e a disciplina de Educação Física (componente sociocultural), na prática desportiva (ténis). Relativamente à situação-problema S52 podem-se estabelecer conexões com a disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação (componente de formação sociocultural) no uso da folha de cálculo Excel para a MM.



### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Os recursos mencionados na planificação são “a calculadora gráfica, manual adotado, view-screen, periféricos de saída e outros recursos da sala de aula (computador, quadro interativo, etc.)”, que determina uma efetiva pretensão de integração das tecnologias.

### **Avaliação da GCM implementada do professor P5 – 1ª aula**

#### **Avaliação da natureza das situações-problema S51 e S52**

Atendendo a que foi implementada na primeira aula observada as situações-problema S51 e S52 constantes na planificação, sem quaisquer alterações, mantem-se a avaliação proferida anteriormente, que determinou que tendo em conta que a situação-problema S51 tem origem no modelo matemático previamente apresentado como representativo do fenómeno, cujo seu manuseamento permite a resolução de problemas, está-se perante uma situação-problema de natureza de aplicação matemática. A situação-problema S52 verifica-se que tem origem num problema de análise, otimização e controle de processos cuja resolução subentende a determinação do modelo matemático, considerando-se por isso, que a referida situação-problema é de natureza de MM.

#### **Avaliação da pertinência das situações-problema S51 e S52**

Tratando-se de um curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica, e tendo em conta que os contextos não foram alterados relativamente ao planificado, considera-se que nenhuma das situações-problema é pertinente para o curso, na medida em que a situação-problema S51 apesar de aludir a fenómenos da vida real “lançamento de uma bola de ténis” não alude a fenómenos profissionais do curso, e a situação-problema S52 por não apresentar qualquer contextualização.

### **Avaliação do grau de desafio da situação-problema S52**

Verifica-se a adequação do grau de desafio (elevado) da situação-problema S52, uma vez que os alunos não dispuseram de um método imediato de resolução, e por isso tiveram que previamente matematizar o fenómeno.

### **Avaliação do grau de estrutura da situação-problema S52**

Os alunos selecionaram as estratégias e ferramentas matemáticas mais adequadas dado que a situação-problema comporta um grau de indeterminação significativo das questões, pois não apresenta explícito o que é pedido (concretização dos objetivos), considerando-se por isso, o grau de estrutura adequada (aberta), isto é, a situação-problema não explicita o que é dado:  $c$  (comprimento do retângulo) e largura  $= 8 - x$  nem o que é pedido (concretização dos objetivos): máximo da função  $-x^2 + 8x = 0$ .

### **Avaliação do processo adotado na situação-problema S51**

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Os alunos procederam à resolução dos problemas no contexto da situação-problema S51, a saber: (1) Esboça o gráfico da função; (2) Durante quanto tempo esteve a bola a uma altura superior a 6,5 metros; (3) Qual a altura máxima atingida pela bola; (4) Ao fim de quanto tempo é que a bola cai no chão? (arredondamento às unidades); (5) Resolve a inequação  $a(t) - 8,5 > 0$  e interpreta no contexto do problema. Além disso, os procedimentos de resolução dos problemas foram justificados através da interpretação geométrica com auxílio da calculadora gráfica e pelo método algébrico.

#### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

Existência de interpretação pelos alunos das soluções à luz do contexto da situação-problema S51: (2) a bola esteve a uma altura superior a 6,5 metros aproximadamente durante 2,82 segundos; (3) a altura máxima atingida pela bola é 8,5 metros; (4) A bola cai

ao chão decorrido cerca de 5 segundos; (5) A inequação  $a(t) > 8,5$  é impossível, uma vez que a altura máxima atingida pela bola é 8,5 metros.

### **Avaliação do processo adotado na situação-problema S52**

#### **1ª Etapa - Problema do mundo real e das profissões**

Os alunos procederam à simplificação da situação-problema com a clarificação das informações relevantes e não relevantes.

#### **2ª Etapa - Formulação de conjeturas**

Existência de estruturação pelos alunos da situação-problema S52:

A. Levantamento de hipóteses;

Que relação funcional entre a área do um retângulo da família de retângulos de perímetro 16?

B. Identificação das constantes envolvidas;

Perímetros dos retângulos 16 cm

C. Generalização e identificação das variáveis a considerar; área, perímetro, lado e comprimento.

D. Seleção dos símbolos apropriados para as variáveis;

-  $c$  - comprimento do retângulo;

-  $l$  - largura do retângulo.

E. Descrição das relações entre as variáveis.

-  $c$  - comprimento do retângulo;

- largura =  $8-c$ ;

-perímetro (família de retângulos) =  $2c+2l$ ;

-área (família de retângulos) =  $-c^2+8c$ .

#### **3ª Etapa - Matematização das situações-problema S52**

Inexistência de autonomia no plano de matematização da S52, que se concretizou sob orientação do professor. Contudo o plano de matematização da situação-problema S52 concretizou-se adequadamente pelo método analítico e gráfico. No seguimento os alunos

procederam ao estudo da função (vértice, monotonia, extremos, intersecção com os eixos coordenados, continuidade e simetria).

#### **4ª Etapa - Resolução matemática de problemas**

Os alunos resolveram um problema inerente ao contexto da situação-problema S52, a saber: Qual o retângulo de maior área da família de retângulos com perímetro 16?, tendo justificado os procedimentos adotados.

#### **5ª Etapa - Interpretação da solução do problema**

Os alunos procederam à interpretação da solução à luz do contexto da situação-problema S52 “A área máxima da família de retângulos de perímetro 16 cm é 16 cm<sup>2</sup>”.

#### **6ª Etapa – Validação do modelo**

Inexistência de análise pelos alunos do nível de representatividade do modelo representativo da S52.

#### **7ª Etapa – Elaboração do relatório**

Inexistência de elaboração pelos alunos de um relatório descritivo e reflexivo do processo adotado na situação-problema S52.

#### **Avaliação das conexões intra-matemáticas das situações-problema S51 e S52**

Existência apenas de conexão efetiva com os arredondamentos na resolução dos vários problemas inerentes à situação-problema S51, não se tendo concretizado a abrangência de conexões intra-matemáticas que foram inviabilizadas pela restrição ao método gráfico com recurso à calculadora gráfica. Na situação-problema S52 observou-se a concretização das conexões de forma abrangente: (1) áreas e perímetros de polígonos; (2) equações literais; (3) propriedade distributiva da multiplicação em relação à adição

### **Avaliação das conexões interdisciplinares das situações-problema S51 e S52**

Na situação-problema S51 foram concretizadas de forma abrangente as conexões interdisciplinares com a disciplina Física e Química (componente científica), módulo F1 Movimento e Forças e a disciplina de Educação Física (componente sociocultural), na prática desportiva (ténis). Relativamente à situação-problema S52 concretizaram-se conexões com a disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação (componente de formação sociocultural) no uso da folha de cálculo Excel para a MM. Ressalva-se no entanto que nenhuma das situações-problema referidas estabeleceu conexões interdisciplinares com a componente formação técnica do curso.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Existência de um vasto leque de tecnologias na sala de aula. Assistiu-se a uma integração vasta de tecnologias na abordagem das situações-problema S51 e S52, nomeadamente a calculadora gráfica, view-screen, periféricos de saída e outros recursos da sala de aula (computador, quadro interativo, etc.), que determinaram uma efetiva integração das tecnologias.

### **Avaliação da GCM intencional do professor P5 – 2ª aula**

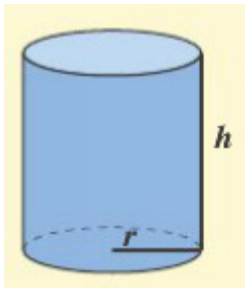
A avaliação da GCM intencional do professor P5 incidiu no plano da segunda aula objeto de posterior observação no dia vinte e quatro de Fevereiro de dois mil e onze e teve a duração de 90 minutos. O plano da primeira aula reporta-se ao 10º ano, módulo A2 Funções Polinomiais cujos conteúdos abordados foram a “Funções e inequações do 2º grau. Função Cúbica”. Para tal foram propostas duas situações-problema que se passam a identificar por S53 e S54 e sobre as quais se incidirá a avaliação.

Considerando a função quadrática  $f(x) = x^2 - 5x - 10$ :

- (1) Determina os zeros da função;
- (2) Resolve a inequação  $f(x) \geq -6$

Figura 7.24: Situação-problema S53

O volume, em centímetros cúbicos, de um cilindro (cuba industrial) é dado em função do raio do círculo da base,  $r$  em centímetros por  $v(r) = 20\pi r^2 - 2\pi r^3$  com  $0 < r < 10$



- (1) Calcula  $v(5)$  e  $v(9)$ , com resultado arredondado às unidades;
- (2) Determina os valores de raio para os quais o volume do cilindro é  $700 \text{ cm}^3$  com arredondado às décimas;
- (3) Calcula o valor máximo do volume do cilindro;
- (4) Determina a altura  $h$  do cilindro considerando que o raio da sua base mede 6 cm.

Figura 7.25: Situação-problema S54

### Avaliação da natureza das situações-problema S53 e S54

As situações-problema S53 e S54 têm origem no modelo matemático representativo do fenómeno que são previamente apresentados: (1) Considerando a função quadrática  $f(x) = x^2 - 5x - 10$ ; (2) O volume, em centímetros cúbicos, de um cilindro é dado em função do raio do círculo da base,  $r$  em centímetros por  $v(r) = 20\pi r^2 - 2\pi r^3$  com  $0 < r < 10$ . Propõe-se que através do manuseamento dos modelos os alunos resolvam problemas inerentes aos contextos das situações-problema, pressupondo-se que os alunos tirem conclusões, façam cálculos, apliquem conceitos matemáticos, etc.. A planificação evidencia a proposta de “problemas de aplicação de equações e inequações do 2º grau e problemas de aplicação da função cúbica”. Pelo exposto as duas situações-problema não são de natureza de MM restringindo-se à aplicação matemática. Irá, no entanto, se proceder à avaliação do

processo adotado nas situações-problema S53 e S54 para se perceber que etapas são contempladas e o nível de execução de cada uma delas.

### **Avaliação da pertinência das situações-problema S53 e S54**

Tratando-se de um curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica, a situação-problema S53 não é pertinente, pela ausência de contextualização. Contrariamente considera-se a situação-problema S54 pertinente, uma vez que alude a fenômenos do mundo real e das profissões: depósitos industriais; o volume de um depósito cilíndrico é dado em função do raio do círculo da base,  $r$  em centímetros.

### **Avaliação do processo adotado nas situações-problema S53 e S54**

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Existência de resolução de problemas no contexto da situação-problema S53: (1) Determina os zeros da função; (2) Resolve a inequação  $f(x) \geq -6$  e no contexto da situação-problema S54: (1) Calcula  $v(5)$  e  $v(9)$ , com resultado arredondado às unidades; (2) Determina os valores de raio para os quais o volume do cilindro é  $700 \text{ cm}^3$  com arredondado às décimas; (3) Calcula o valor máximo do volume do cilindro; (4) Determina a altura  $h$  do cilindro considerando que o raio da sua base mede 6 cm. Além disso lê-se na planificação a proposta de “resolução de problema (...) em contexto real”. No entanto a planificação não apresenta evidências que espelhem a intenção do professor solicitar junto dos alunos a justificção dos procedimentos adotados na resolução desses problemas.

#### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

A evidência “interpretação dos resultados no contexto do problema” como capacidades transversais proferidas na planificação enfatiza a relevância que o professor atribui a esta etapa.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas das situações-problema S53 e S54**

Pela análise do enunciado das três situações-problema, verifica-se a possibilidade de existência das conexões intra-matemáticas: A situação-problema S53 é promotora das conexões com: (1) zeros de uma função quadrática; (2) resolução de inequações abordadas no 3º ciclo, e a situação-problema S54 promotora das conexões com: (1) arredondamentos; (2) áreas de sólidos; (3) cálculo de imagens conhecidos os objetos; (4) equações do 1º grau.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares das situações-problema S53 e S54**

A situação-problema S53 pela ausência de contextualização não promove o estabelecimento de conexões com disciplinas que integram componentes do curso.

A situação-problema S54, cujo contexto se reporta a um depósito industrial de forma cilíndrica, permite conexões com a disciplina de Tecnologias e Processos (componente de formação técnica) no módulo 2: Tecnologia dos Materiais, sendo feita uma abordagem às principais classes de materiais utilizados para depósitos industriais (metálicos e não metálicos) incidindo, sobre a sua constituição e propriedades, os processos da sua obtenção e os tratamentos a que podem ser sujeitos para alterar as suas propriedades ou com o módulo 4: Processo de fabrico cuja abordagem incide nos processos tecnológicos, conceitos e técnicas mais utilizados na Indústria Metalomecânica, por forma a permitir ao aluno associar a cada produto metálico um processo de fabrico adequado. Também permite conexões com a disciplina de Organização Industrial (componente de formação técnica) módulo 1: Higiene, Segurança e Ambiente, com uma abordagem dirigida aos fatores de Higiene e Segurança no armazenamento de produtos industriais.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Na planificação são referidos os seguintes recursos tecnológicos: calculadora gráfica, view-screen, periféricos de saída e outros recursos da sala de aula (computador, quadro interativo, etc.), que determinaram uma efetiva integração das tecnologias.



### Avaliação da GCM implementada do professor P5 – 2ª aula

#### **Avaliação da natureza das situações-problema S53 e S54**

Atendendo a que foi implementada na primeira segunda aula observada as situações-problema S53 e S54 constantes na planificação, sem quaisquer alterações, mantem-se a avaliação proferida anteriormente, que determinou que tendo em conta que as situações-problema S53 e S54, têm origem no modelo matemático previamente apresentados, representativos do fenômenos que são não de natureza de MM, mas cingida à aplicação matemática: (1) Considerando a função quadrática  $f(x) = x^2 - 5x - 10$ ; (2) O volume, em centímetros cúbicos, de um cilindro é dado em função do raio do círculo da base,  $r$  em centímetros por  $v(r) = 20\pi r^2 - 2\pi r^3$  com  $0 < r < 10$ , as situações-problema. Além disso, os alunos manusearam os modelos para resolverem os problemas inerentes aos contextos das referidas situações-problema.

#### **Avaliação da pertinência das situações-problema S53 e S54**

Tratando-se de um curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica, e tendo em conta que os contextos não foram alterados relativamente ao planificado, continua-se a considerar que a situação-problema S53 não é pertinente, pela ausência de contextualização. Contrariamente considera-se a situação-problema S54 pertinente, uma vez que alude a fenômenos do mundo real e das profissões: depósitos industriais; o volume de um depósito cilíndrico é dado em função do raio do círculo da base,  $r$  em centímetros.

#### **Avaliação do processo adotado nas situações-problema S53 e S54**

##### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Os alunos resolveram os problemas no contexto da situação-problema S53: (1) Determina os zeros da função; (2) Resolve a inequação  $f(x) \geq -6$  e no contexto da situação-problema S54: (1) Calcula  $v(5)$  e  $v(9)$ , com resultado arredondado às unidades; (2)

Determina os valores de raio para os quais o volume do cilindro é  $700 \text{ cm}^3$  com arredondado às décimas; (3) Calcula o valor máximo do volume do cilindro; (4) Determina a altura  $h$  do cilindro considerando que o raio da sua base mede 6 cm. Além disso lê-se na planificação a proposta de “resolução de problema (...) em contexto real”. Refira-se que os alunos, justificaram adequadamente os procedimentos adotados na resolução desses problemas com recurso tanto ao método gráfico com auxílio da calculadora gráfica, como pelo recurso ao método algébrico.

### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

Existência de interpretação das soluções à luz do contexto da situação-problema S53: (1) a função quadrática interseca o eixo das abcissas nos pontos  $x=6,53$  e  $x= 1,53$ ; (2) A função assume valores superiores ou iguais a  $-6$ , para valores de  $x$  no intervalo  $]-\infty; -0,702] \cup [5,702; +\infty[$ . Na situação-problema S54 as soluções foram interpretadas pelos alunos do seguinte modo: (1) Para um raio igual a 5 cm e 9 cm o volume é respetivamente  $785,4 \text{ cm}^3$  e  $508,9 \text{ cm}^3$ ; (2) Para um volume do cilindro de  $700 \text{ cm}^3$  o raio do cilindro deverá ser 4,5cm ou 8,4cm; (3) O volume máximo desse cilindro é  $930,84 \text{ cm}^3$ ; (4) A altura do cilindro, considerando que o raio da sua base mede 6 cm é 8 cm.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas das situações-problema S53 e S54**

Existência efetiva e de forma abrangente na situação-problema S53 das seguintes conexões intra-matemáticas: (1) zeros de uma função quadrática; (2) arredondamentos; (3) resolução de inequações abordadas no 3º ciclo, e na situação-problema S54 com: (1) arredondamentos; (2) áreas de sólidos; (3) cálculo de imagens conhecidos os objetos; (4) equações do 1º grau.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares das situações-problema S53 e S54**

Inexistência de conexões interdisciplinar na realização da situação-problema S53, por ausência de contextualização. Na realização da situação-problema S54 foram estabelecidas as conexões com a disciplina de Tecnologias e Processos (componente de

formação técnica) e Organização Industrial (componente de formação técnica). Pelo exposto nenhuma das situações-problema cumpre a abrangência de conexões interdisciplinares, contudo a situação-problema S54, promoveu a ligação à componente de formação técnica do curso.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Existência de um vasto leque de tecnologias na sala de aula. Assistiu-se a uma integração vasta de tecnologias na abordagem das situações-problema S53 e S54, nomeadamente a calculadora gráfica, view-screen, periféricos de saída e outros recursos da sala de aula (computador, quadro interativo, etc.), que determinaram uma efetiva integração das tecnologias.

Para sintetizar a avaliação da GCM do professor P5, apresenta-se nos quadros que se seguem (Quadro 6.28 ao Quadro 6.32) a síntese avaliativa consubstanciada nas planificações e respetivas aulas observadas.

### **Síntese avaliação da GCM do professor P5**

**Quadro 7.24-Síntese avaliativa da natureza, pertinência, grau de desafio e grau de estrutura das situações-problema S51, S52, S53 e S54**

	<b>Natureza</b>	<b>Pertinência</b>	<b>Grau de desafio</b>	<b>Grau estrutura</b>
<b>S51</b>	Aplicação	Não	-	-
<b>S52</b>	Modelação	Não	Adequado	Adequado
<b>S53</b>	Aplicação	Não	-	-
<b>S54</b>	Aplicação	Sim	-	-

Quadro 7.25-Síntese avaliativa dos processos adotados nas situações-problema S51, S52, S53 e S54

	S51	S52	S53	S54
<b>1ª Etapa</b>	-	Existência de simplificação	-	-
<b>2ª Etapa</b>	-	Existência de estruturação	-	-
<b>3ª Etapa</b>	-	Inexistência de autonomia na consecução do plano de matematização; Plano de matematização adequado.	-	-
<b>4ª Etapa</b>	Existência de resolução de problemas; justificação adequada dos procedimentos	Existência de resolução de problemas e justificação dos procedimentos.	Existência de resolução de problemas; justificação adequada dos procedimentos	Existência de resolução de problemas; justificação adequada dos procedimentos
<b>5ª Etapa</b>	Existência de interpretação das soluções à luz do contexto	Existência de interpretação das soluções à luz do contexto	Existência de interpretação das soluções à luz do contexto	Existência de interpretação das soluções à luz do contexto
<b>6ª Etapa</b>	-	Inexistência de validação do modelo	-	-
<b>7ª Etapa</b>	-	Inexistência de relatório descritivo e/ou reflexivo do processo de MM	-	-

Quadro 7.26-Síntese avaliativa das conexões intra-matemáticas e interdisciplinares das situações-problema S51, S52, S53 e S54

	Conexões intra-matemáticas	Abrangência	Conexões interdisciplinares	Abrangência	Componente técnica
S51	Sim	Não	Sim	Sim	Não
S52	Sim	Sim	Sim	Não	Não
S53	Sim	Sim	Não	Não	Não
S54	Sim	Sim	Sim	Não	Sim

Quadro 7.27-Síntese avaliativa dos fatores condicionantes de índole material das duas aulas

	Tecnologias na sala	Integração de tecnologias
<b>1ª aula</b>	Vasta disponibilidade	Vasta integração
<b>2ª aula</b>	Vasta disponibilidade	Vasta integração

### Principais conclusões avaliativas da GCM do Professor P5

O professor P5 apresentou quatro situações-problema S51, S52, S53 e S54, incidindo a avaliação em todas elas. Das quatro situações-problema avaliadas três são de natureza de aplicação matemática (S51, S53 e S54) e uma considerada de MM (S52).

O professor P5 não atendeu à pertinência das situações-problema, uma vez que apenas uma situação-problema (S54) é pertinente para o Curso de Técnico de Manutenção Industrial variante Eletromecânica.

A situação-problema de natureza de MM (S52) apresenta um adequado grau de desafio e grau de estrutura.

Na situação-problema de MM (S52), verifica-se um incumprimento acentuado das etapas que compõem o ciclo de MM, adotado na presente investigação. A concretização da 3ª etapa respeitante à matematização foi adequadamente concretizada, com o recurso a pelo menos dois métodos distintos, para confronto dos modelos determinados, embora sem que tivesse havido autonomia do aluno. Atendendo a estas conclusões, poderá aferir-se que o professor P5, não desenvolveu nos alunos a MM como competência, nem as competências associadas ao seu processo já que se assistiu a uma interpretação e apropriação errada por parte do professor do ciclo de MM.

Na realização da situação-problema de natureza de aplicação matemática, foram concretizadas a 4º e 5º etapas do processo adequadamente e com o relevo desejado, desenvolvendo nos alunos a oportunidade de compreenderem a Matemática como ferramenta para a intervenção no mundo real, associada à resolução de problemas.

O professor P5 deu expressão às conexões intra-matemáticas em todas as situações-problema, embora essa concretização não tenha sido realizada de forma abrangente numa delas. As conexões interdisciplinares foram atendidas pelo professor P5, embora não se concretizassem de forma abrangente. Além disso as conexões interdisciplinares com a componente técnica do curso não foram contempladas uma vez que apenas numa situações-problema (S54) foram atendidas tais conexões, facto que corrobora a pertinência da situações-problema S54 para o curso.

Quanto aos fatores condicionantes de índole material afere-se uma vasta existência de tecnologias na sala onde decorreram as observações (Escola alvo de requalificação escolar), facto que parece estar diretamente ligado à disponibilidade que o professor P5

teve na integração das tecnologias como se observou, isto é, o professor P5 promoveu a inovação didática com a integração de tecnologias na GC que promoveu.

Em jeito de síntese, a GCM promovida pelo professor P5 deixou a descoberto uma apropriação superficial de uma GCM assente no desenvolvimento de competências essenciais nos futuros profissionais da indústria. Além disso denotou-se uma interpretação errónea de MM, como metodologia de ensino e aprendizagem e como competência a desenvolver nos alunos.

#### **7.4.6. Avaliação da GCM Intencional e Implementada pelo professor P6 no Curso Profissional de Técnico de Energias Renováveis variante de Sistemas Solares.**

##### **Avaliação da GCM intencional do professor P6 – 1ª aula**

A avaliação da GCM intencional do professor P6 incidiu no plano da primeira aula objeto de posterior observação no dia dezassete de Fevereiro de dois mil e onze e teve a duração de 90 minutos. O plano da primeira aula reporta-se ao 11º ano, Módulo A5 - Funções Racionais, cujos conteúdos abordados foram “Funções racionais. Resolução de equações e inequações com frações no contexto de resolução de problemas”. Para tal foram propostas duas situações que se passam a identificar por S61 e S62 sobre as quais se incidirá a avaliação.

O ar de uma fábrica está a ser filtrado por um filtro de modo que a quantidade  $P$  de um poluente (medido em Mg/litro) está diminuindo de acordo com a expressão  $P(t) = \frac{t+210}{t+10}$ , onde  $t$  representa o número de horas de tratamento.

- (1) Qual a quantidade de poluente existente no ar, no início do tratamento?;
  - (2) Quantas horas de tratamento são necessárias para que a quantidade de poluente seja igual a 7 mg/l?;
  - (3) O que pode afirmar sobre a quantidade de poluente ainda por filtrar com o decorrer do tempo?;
  - (4) Considere as seguintes informações: segundo a atual lei portuguesa, o tipo de fábricas em questão deve ter um nível de poluição do ar inferior a 5 mg/litro e as normas internacionais indicam que um filtro é eficaz se o nível de poluição atingir o desejável em menos de 24 horas.
- Numa pequena composição analise a eficácia do filtro da fábrica em questão, tendo em atenção a legislação existente. Pode utilizar as capacidades da sua calculadora desde que o referencie e exponha a forma como o fez.

Figura 7.26: Situação-problema S61

Resolva em  $\mathbb{R}$ , as seguintes equações:

a)  $\frac{3x}{x+1} - 4 = 0$ ;

b)  $x^2 = \frac{1}{x}$ ;

c)  $\frac{x^2}{x^2-9} = \frac{-x}{6-2x}$ ;

d)  $\frac{x-3}{x} - \frac{1}{2} = \frac{x+4}{2x}$ ;

e)  $\frac{5}{x-2} - \frac{x+4}{x^2-2x} = \frac{1}{x}$ ;

f)  $\frac{1}{x-1} - \frac{x-2}{x+1} = \frac{2x}{x^2-1}$ .

Figura 7.27: Situação S62

### Avaliação da natureza das situações-problema S61 e S62

A situação-problema S61 tem origem no modelo matemático representativo do fenómeno, propondo-se que através do seu manuseamento os alunos resolvam problemas inerentes ao seu contexto, fato que determina que se trata de uma situação-problema não de MM, mas de aplicação matemática na qual é apresentado o modelo matemático que representa o fenómeno; “O ar de uma fábrica está a ser filtrado por um filtro de modo que a quantidade  $P$  de um poluente (medido em Mg/litro) está diminuindo de acordo com a

expressão  $P(t) = \frac{t+210}{t+10}$ , onde  $t$  representa o número de horas de tratamento”. Além disso, a planificação evidencia a intenção de “propor aplicações de funções racionais na resolução de problemas (...)”.

Relativamente à situação S62 verifica-se que não é um problema, pois está-se no imediato na posse de métodos diretos de resolução, além disso não tem origem num problema de análise, otimização e controle de processos, cuja resolução subentende a determinação de um modelo matemático, nem o seu enunciado apresenta um modelo matemático representativo do fenómeno, isto é, o modelo matemático não é parte integrante da situação-problema S62. A referida situação proposta pelo professor P6 consiste na resolução de seis equações fracionárias do tipo  $\frac{P(x)}{Q(x)} = 0 \Leftrightarrow P(x) = 0 \wedge Q(x) \neq 0$ , constituindo um momento de consolidação. Atendendo a que a referida situação não é nem de natureza de MM nem de aplicação matemática, nem subentende a resolução de um problema, deixa por esse motivo de constituir objeto de avaliação.

À semelhança do procedimento anterior, embora a situação-problema S61 não seja de MM, irá proceder-se à avaliação do processo adotado para se perceber o nível de pretensão de execução das etapas consideradas pelo professor P6.

### **Avaliação da pertinência da situação-problema S61**

Tratando-se de um curso de Técnico de Energias Renováveis variante de Sistemas Solares, considera-se a situação-problema S61 pertinente, uma vez que alude a fenómenos do mundo real e das profissões do curso em particular “a filtragem do ar numa fábrica”

### **Avaliação do processo adotado na situação-problema S61**

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Existência no contexto da situação-problema S61 a proposta de resolução dos seguintes problemas: “(1) Qual a quantidade de poluente existente no ar, no início do tratamento?; (2) Quantas horas de tratamento são necessárias para que a quantidade de



poluente seja igual a 7 mg/l?; (3) O que pode afirmar sobre a quantidade de poluente ainda por filtrar com o decorrer do tempo?; (4) Considere as seguintes informações: segundo a atual lei portuguesa, o tipo de fábricas em questão deve ter um nível de poluição do ar inferior a 5 mg/litro e as normas internacionais indicam que um filtro é eficaz se o nível de poluição atingir o desejável em menos de 24 horas.

Acrescenta-se o facto da planificação evidenciar como objetivo a proposta de “resolução de problema usando funções racionais em contexto real”.

A importância atribuída à exposição e argumentação dos procedimentos adotados na resolução dos problemas vem expressa na planificação; “referencie e exponha a forma como o fez”, ou seja “numa pequena composição analise a eficácia do filtro da fábrica em questão, tendo em atenção a legislação existente. Pode utilizar as capacidades da sua calculadora desde que o referencie e exponha a forma como o fez”.

### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

A evidência “interpretação dos resultados no contexto do problema” proferida na planificação espelha a relevância que o professor atribui à interpretação da solução à luz do contexto do problema.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas da situação-problema S61**

Pela análise do enunciado da situação-problema S61 verifica-se a possibilidade de existência das conexões intra-matemáticas: (1) Determinação de uma imagem dado o objeto; (2) Equações do 1º grau; (3) Representação gráfica de funções; (4) Resolução de inequações.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares da situação-problema S61**

A situação-problema S61 permite conexões interdisciplinares com a disciplina de Física e Química (componente de formação científica) na “interpretação do mundo como hoje existe, a natureza dos fenómenos que lhe terão dado origem e a previsão da sua evolução segundo diversos cenários”, a disciplina de Português (componente

sociocultural) na elaboração de um relatório, com a disciplina de Tecnologias e Processos (componente de formação técnica) com incidência na utilização de metodologias adequadas, para o desenvolvimento das competências pessoais e sociais necessárias ao cidadão em formação, nomeadamente alertando o aluno para as implicações ambientais, regras de segurança e higiene no trabalho que determinadas utilizações e processos podem ocasionar (Ministério da Educação, 2005, p. 2), ou com a disciplina de Organização Industrial (componente de formação técnica), através de uma abordagem objetiva à Organização Industrial, com ênfase para a Organização da Manutenção, a Higiene e Segurança, o Ambiente e a Qualidade, ligada aos objetivos globais das Empresas (Ministério da Educação, 2005, p. 2).

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Na planificação são referidos os seguintes recursos tecnológicos: calculadora gráfica, view-screen, periféricos de saída e outros recursos da sala de aula (computador, quadro interativo, etc.), que determinaram uma efetiva integração das tecnologias.

### **Avaliação da GCM implementada do professor P6 – 1ª aula**

#### **Avaliação da natureza das situações-problema S61 e S62**

Atendendo a que foi implementada na primeira aula observada a situação-problema S61 constante na planificação, sem quaisquer alterações, mantém-se a avaliação proferida anteriormente sobre a sua natureza e que determinou que se trata de uma situação-problema de natureza de aplicação matemática, por ter origem no modelo matemático representativo do fenómeno que foi previamente apresentado aos alunos para que através do seu manuseamento resolvessem problemas inerentes ao seu contexto, a saber “O ar de uma fábrica está a ser filtrado por um filtro de modo que a quantidade  $P$  de um poluente (medido em Mg/litro) está diminuindo de acordo com a expressão  $P(t) = \frac{t+210}{t+10}$ , onde  $t$  representa o número de horas de tratamento”.

### **Avaliação da pertinência da situação-problema S61**

Tratando-se de um curso de Técnico de Energias Renováveis variante de Sistemas Solares, e mantendo-se inalterado o contexto da situação-problema S61 corrobora-se a sua pertinente para o curso, uma vez que alude a fenómenos do mundo real e das profissões do curso em particular “a filtragem do ar numa fábrica”

### **Avaliação do processo adotado na situação-problema S61**

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Os alunos resolveram os seguintes problemas no contexto da situação-problema S61 a saber: “(1) Qual a quantidade de poluente existente no ar, no início do tratamento?; (2) Quantas horas de tratamento são necessárias para que a quantidade de poluente seja igual a 7 mg/l?; (3) O que pode afirmar sobre a quantidade de poluente ainda por filtrar com o decorrer do tempo?; (4) Considere as seguintes informações: segundo a atual lei portuguesa, o tipo de fábricas em questão deve ter um nível de poluição do ar inferior a 5 mg/litro e as normas internacionais indicam que um filtro é eficaz se o nível de poluição atingir o desejável em menos de 24 horas.

Além disso, os alunos justificaram os procedimentos adotados na resolução dos problemas citados com recurso ao método gráfico com auxílio da calculadora gráfica e ao método algébrico, assim como elaboraram uma pequena composição com a exposição e argumentação dos procedimentos adotados na resolução dos problemas.

#### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

Existência de interpretação pelos alunos das soluções à luz do contexto da situação-problema S61 a saber: (1) A quantidade de poluente existente no ar no início do tratamento era 21 miligramas por litro; (2) Serão precisas cerca de 23 horas de tratamento para que a quantidade de poluente seja igual a 7 miligramas por litro; (3) Com o decorrer do tempo a quantidade de poluente ainda por filtrar vai diminuindo, atingindo valores muito próximo

de 1 mg/l (assintota horizontal); (4) O filtro não é eficaz considerando que para o ser, terá que em menos de 24 horas atingir um nível de poluição inferior a 5mg/l, fato que não se verifica sendo necessárias mais de 40 horas para que esse nível de poluição seja atingido.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas da situação-problema S61**

Existência de concretização efetiva de forma abrangente as conexões intra-matemáticas na consecução da situação-problema S61: (1) Determinação de uma imagem dado o objeto; (2) Equações do 1º grau; (3) Representação gráfica de funções; (4) Resolução de inequações.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares da situação-problema S61**

Abrangência de conexões interdisciplinares com as disciplinas de Física e Química (componente de formação científica), Português (componente de formação sociocultural), Tecnologias e Processos (componente de formação técnica) e Organização Industrial (componente de formação técnica). Abrangência de conexões interdisciplinares na abordagem da situação-problema S61.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Existência de um vasto leque de tecnologias na sala de aula. Facto que parece justificar a existência de integração vasta de tecnologias na aula observada pelo professor.

### **Avaliação da GCM intencional do professor P6 – 2ª aula**

A avaliação da GCM intencional do professor P6 incidiu no plano da segunda aula objeto de posterior observação no dia dez de Março de dois mil e onze e teve a duração de 90 minutos. O plano da segunda aula reporta-se ao 11º ano, Módulo A5 - Funções Racionais, cujos conteúdos abordados foram “Funções racionais no contexto de resolução de problemas”. Para tal foram propostas duas situações-problema que passamos a identificar por S63 e S64 sobre as quais incidirá a avaliação.

Um trabalhador é admitido à experiência numa fábrica onde se fazem montagens em série. O número de montagens diárias de sistemas solares realizadas por esse trabalhador depende do número de dias de trabalho, de acordo com o seguinte modelo matemático

$$f(t) = \frac{30t}{t+4} \text{ com } t \geq 0$$

- (1) Quantas montagens realiza o trabalhador, no primeiro dia? E no 10º dia de trabalho?;
- (2) Quantos dias serão necessários para que o trabalhador consiga realizar exatamente 15 montagens por dia?;
- (3) Quantas montagens é de esperar que o referido trabalhador consiga realizar por dia, ao fim de muito tempo de experiência?;
- (4) Um trabalhador é considerado eficiente quando conseguir realizar por dia, pelo menos, 25 montagens. Recorrendo à calculadora gráfica calcule a partir de que dia é que tal acontecerá?

**Figura 7.28: Situação-problema S63**

Resolve a equação  $\frac{8x-3}{x+1} + 3 = 5$

**Figura 7.29: Situação-problema S64**

### **Avaliação da natureza das situações-problema S63 e S64**

A situação-problema S63 tem origem no modelo matemático representativo do fenómeno que é previamente apresentado, propondo-se que através do seu manuseamento a resolução de problemas inerentes ao seu contexto, fato que determina que não se trata de uma situação-problema de MM mas de aplicação matemática na qual é apresentado o modelo matemático que representa o fenómeno; “O número de montagens diárias de sistemas solares realizadas por esse trabalhador depende do número de dias de trabalho, de acordo com o seguinte modelo matemático”

$$f(t) = \frac{30t}{t+4} \text{ com } t \geq 0$$

Além disso, a planificação evidência a intenção de “propor aplicações de funções racionais na resolução de problemas (...)”.

Relativamente à situação S64 verifica-se que não é um problema, pois está-se no imediato na posse de métodos diretos de resolução, além disso não tem origem num problema de análise, otimização e controle de processos, cuja resolução subentende a determinação de um modelo matemático, nem o seu enunciado apresenta um modelo matemático representativo do fenómeno, isto é, o modelo matemático não é parte integrante da situação S64. A segunda situação-problema proposta pelo professor P6 consistiu na resolução de uma equação do tipo  $\frac{P(x)}{Q(x)} = 0 \Leftrightarrow P(x) = 0 \wedge Q(x) \neq 0$ , constituindo um momento de consolidação. Atendendo a que a referida situação não é nem de natureza de MM nem de aplicação matemática, deixa por esse motivo de constituir objeto de avaliação.

À semelhança de procedimento anterior, embora a situação-problema S63 não seja de MM, irá proceder-se à avaliação do processo adotado para se perceber o nível de pretensão e execução das etapas consideradas pelo professor P6.

### **Avaliação da pertinência da situação-problema S63**

Tratando-se de um curso de Técnico de Energias Renováveis variante de Sistemas Solares, considera-se a situação-problema S63 pertinente, uma vez que alude a fenómenos do mundo real e das profissões do curso em particular “o rendimento de um trabalhador na montagem de uma peça na produção de sistemas solares”.

### **Avaliação do processo adotado na situação-problema S63**

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Existência no contexto da situação-problema S63 de proposta de resolução dos seguintes problemas: “Existência de resolução de um problema no contexto da **S63**: (1) Quantas montagens realiza o trabalhador no primeiro dia? E no 10º dia de trabalho?; (2) Quantos dias serão necessários para que o trabalhador consiga realizar exatamente 15 montagens por dia?; (3) Quantas montagens é de esperar que o referido trabalhador

consiga realizar por dia, ao fim de muito tempo de experiência?; (4) Um trabalhador é considerado eficiente quando conseguir realizar por dia, pelo menos, 25 montagens. Recorrendo à calculadora gráfica calcule a partir de que dia é que tal acontecerá”?

Acrescenta-se o facto da planificação evidenciar como objetivo a proposta de “resolução de problema usando funções racionais em contexto real”, assim como evidenciar o revelo atribuído pelo professor à exposição e argumentação dos procedimentos adotados na resolução dos problemas “(...) justifique todos os procedimentos adotados”.

### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

A evidência “interprete os resultados no contexto do referido problema presente na planificação, espelha a relevância que o professor atribui à concretização da interpretação da solução à luz do contexto do problema.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas da situação-problema S63**

Pela análise do enunciado da situação-problema S63 verifica-se a possibilidade de existência das conexões intra-matemáticas: (1) Determinação de uma imagem dado o objeto; (2) Equações do 1º grau; (3) Representação gráfica de funções; (4) Resolução de inequações.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares da situação-problema S63**

A situação-problema S63 permite conexões interdisciplinares com a disciplina de Física e Química (componente de formação científica), módulos E2.F1- Trabalho e Energia, com a disciplina de Tecnologias e Processos (componente de formação técnica) no módulo 6, 9, 10, 13, 14, 15 e 16 respetivamente Energias, Energias Renováveis, Energia Solar, Sistemas Solares I, Sistemas Solares II, Coletores Solares, Sistemas Solares III, com a disciplina de Organização Industrial (componente de formação técnica), módulo 3: Organização e Gestão em particular sobre os indicadores de produtividade e a

qualidade, ligada aos objetivos globais das empresas (Ministério da Educação, 2005, pp. 2-11), com a disciplina de Práticas Oficiais (componente de formação técnica), módulo 9 e 10 respetivamente, Ferramentas e Equipamentos (Sistemas. Solares) e Construção de um Sistema Solar Térmico.

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Na planificação da segunda aula são referidos os seguintes recursos tecnológicos: calculadora gráfica, view-screen, periféricos de saída e outros recursos da sala de aula (computador, quadro interativo, etc.), que determinaram uma efetiva integração das tecnologias.

### **Avaliação da GCM implementada do professor P6 – 2ª aula**

#### **Avaliação da natureza das situações-problema S63**

Atendendo a que foi implementada na segunda aula observada a situação-problema S63 constante na planificação, sem quaisquer alterações, mantém-se a avaliação proferida anteriormente, sobre a sua natureza e que determinou que se trata de uma situação-problema de natureza não de MM mas de aplicação matemática, por ter origem no modelo matemático representativo do fenómeno que foi previamente apresentado aos alunos para que através do seu manuseamento resolvessem problemas inerentes ao seu contexto.

“Um trabalhador é admitido à experiência numa fábrica onde se fazem montagens em série. O número de montagens diárias de sistemas solares realizadas por esse trabalhador depende do número de dias de trabalho, de acordo com o seguinte modelo matemático

$$f(t) = \frac{30t}{t+4} \text{ com } t \geq 0$$



### **Avaliação da pertinência da situação-problema S63**

Tratando-se de um curso de Técnico de Energias Renováveis variante de Sistemas Solares, e mantendo-se inalterado o contexto da situação-problema S63 corrobora-se a sua pertinente para o curso, uma vez que alude a fenômenos do mundo real e das profissões do curso em particular “o rendimento de um trabalhador na montagem de uma peça na produção de sistemas solares”.

### **Avaliação do processo adotado na situação-problema S63**

#### **4ª Etapa - Resolução matemática do problema**

Os alunos resolveram os seguintes problemas no contexto da situação-problema S63 a saber: “Existência de resolução de um problema no contexto da S63: (1) Quantas montagens realiza o trabalhador no primeiro dia? E no 10º dia de trabalho?; (2) Quantos dias serão necessários para que o trabalhador consiga realizar exatamente 15 montagens por dia?; (3) Quantas montagens é de esperar que o referido trabalhador consiga realizar por dia, ao fim de muito tempo de experiência?; (4) Um trabalhador é considerado eficiente quando conseguir realizar por dia, pelo menos, 25 montagens. Recorrendo à calculadora gráfica calcule a partir de que dia é que tal acontecerá”?

Além disso, os alunos justificaram os procedimentos adotados na resolução dos problemas citados com recurso ao método gráfico com auxílio da calculadora gráfica e ao método algébrico.

#### **5ª Etapa - Interpretação da solução**

Existência de interpretação pelos alunos das soluções à luz do contexto da situação-problema S63 a saber: (1) O trabalhador no 1º dia realiza seis montagens, e no 10º dia de trabalho realiza vinte e uma montagens; (2) Serão necessários quatro dias para que o trabalhador consiga realizar exatamente 15 montagens por dia; (3) Com o aumento da experiência o número de montagens vai aumentando até estabilizar num valor muito

próximo de trinta (assintota horizontal). É de esperar que o referido trabalhador consiga realizar por dia, cerca vinte e nove montagens; (4) A partir do vigésimo dia esse trabalhador é considerado eficiente, tendo em conta a produção de pelo menos vinte e cinco montagens.

### **Avaliação das conexões intra-matemáticas da situação-problema S63**

Existência de concretização efetiva e de forma abrangente de conexões intra-matemáticas na consecução da situação-problema S63: (1) Determinação de uma imagem dado o objeto; (2) Equações do 1º grau; (3) Representação gráfica de funções; (4) Resolução de inequações.

### **Avaliação das conexões interdisciplinares da situação-problema S63**

Existência de forma abrangente de conexões interdisciplinares com as disciplinas de Física e Química (componente de formação científica), Tecnologias e Processos (componente de formação técnica), Organização Industrial (componente de formação técnica) e Práticas Oficinais (componente de formação técnica).

### **Avaliação dos fatores condicionantes de índole material**

Existência de um vasto leque de tecnologias na sala de aula, facto que pode justificar a vasta integração de tecnologias na aula observada pelo professor P6.

Para sintetizar a avaliação da GCM do professor P6, apresenta-se nos quadros que se seguem (Quadro 6.33 ao Quadro 6.36) a síntese avaliativa consubstanciada nas planificações e respetivas aulas observadas.

### **Síntese avaliação da GCM do professor P6**

**Quadro 7.28-Síntese avaliativa da natureza, pertinência das situações-problema S61 e S63.**

	Natureza	Pertinência	Grau de desafio	Grau estrutura
S61	Aplicação	Sim	-	-
S63	Aplicação	Sim	-	-

Quadro 7.29-Síntese avaliativa do processo adotado nas situações-problema S61 e S63

	S61	S63
<b>1ª Etapa</b>	-	-
<b>2ª Etapa</b>	-	-
<b>3ª Etapa</b>	-	-
<b>4ª Etapa</b>	Existência de resolução de problemas; justificção adequada dos procedimentos	Existência de resolução de problemas e justificção dos procedimentos.
<b>5ª Etapa</b>	Existência de interpretação das soluções à luz do contexto	Existência de interpretação das soluções à luz do contexto do problema
<b>6ª Etapa</b>	-	-
<b>7ª Etapa</b>	-	-

Quadro 7.30-Síntese avaliativa das conexões intra-matemáticas e interdisciplinares das situações-problema S61 e S63

	Conexões intra-matemáticas	Abrangência	Conexões interdisciplinares	Abrangência	Componente técnica
<b>S61</b>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>S63</b>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 7.31-Síntese avaliativa dos fatores condicionantes de índole material das duas aulas

	Tecnologias na sala	Integração de tecnologias
<b>1ª aula</b>	Vasta disponibilidade	Vasta integração
<b>2ª aula</b>	Vasta disponibilidade	Vasta integração

### Principais conclusões avaliativas da GCM do Professor P6

O professor P6 apresentou quatro situações S61, S62, S63 e S64, incidindo a avaliação em apenas duas. Das quatro situações propostas duas são de natureza de aplicação matemática (S61 e S63), e as outras duas situações (S62 e S64), por não serem nem de natureza de MM nem de aplicação matemática, deixaram de constituir objeto de avaliação.

O professor P6 atendeu à pertinência das situações-problema para o Curso de Técnico de Energias Renováveis variante de Sistemas Solares.

Na realização da situação-problema S61 e S63, foram concretizadas apenas a 4ª e 5ª etapa do processo adequadamente e com o relevo desejado, desenvolvendo nos alunos a oportunidade de compreenderem a Matemática como ferramenta para a intervenção no mundo real, associada à resolução de problemas.

Ressalva-se no entanto que o professor P6, não desenvolveu nos alunos a MM como competência, nem as competências associadas ao seu processo já que não apresentou situações-problema de natureza de MM. Confrontado com este facto, o professor referiu que não promove MM junto dos alunos que frequentam o décimo e décimo primeiro ano.

Apesar disso, o professor P6 deu expressão de forma abrangente às conexões intra-matemáticas nas situações-problema S61 e S63. O mesmo se refere relativamente às conexões interdisciplinares que foram concretizadas de forma abrangente e com expressividade com a componente técnica do curso, facto que corrobora a pertinência das referidas situações-problema para o curso.

Quanto aos fatores condicionantes de índole material, afere-se uma vasta existência de tecnologias na sala onde decorreram as aulas observadas (Escola alvo de requalificação escolar), facto que parece estar diretamente ligada à disponibilidade que o professor P6 manifestou na integração das tecnologias como se observou, isto é, o professor P6 promoveu a inovação didática com a integração de tecnologias na GC que promoveu.

Em jeito de síntese, a GCM promovida pelo professor P6 deixou a descoberto uma apropriação superficial de uma GCM assente no desenvolvimento de competências essenciais nos futuros profissionais da indústria, já que apesar da supremacia que deu às aplicações matemáticas ligadas à componente técnica do curso, denotou-se a ausência de MM, como metodologia de ensino e aprendizagem e/ou como competência a desenvolver nos alunos.

## **CAPÍTULO VIII**

### **Análise holística da avaliação da Gestão Curricular da Matemática em Cursos Profissionais de nível III**

---

Após a apresentação dos resultados obtidos pela operacionalização do referencial na avaliação da GCM intencional e implementada, considerou-se relevante proceder à análise holística dos resultados alcançados.

Este procedimento visa o entendimento comparado da GCM em CPIII dos seis professores participantes, constituindo esta etapa, a concretização do objetivo 3 (referido no capítulo I) definido para a presente investigação.

Assim, num primeiro momento exibe-se uma análise holística da avaliação da GCM dos professores P1, P2, P3, P4, P5 e P6 e por último são apresentadas inferências, que conduzirão à resposta à questão de investigação.

Para facilitar a apresentação dos resultados, foi mantida a ordem estabelecida no que se refere às sub-dimensões contempladas no referencial de avaliação, apresentando-se para cada uma delas a análise comparada.

## 8.1. Análise holística da avaliação da GCM intencional e implementada dos professores P1, P2, P3, P4, P5 e P6

### 8.1.1. Natureza das situações

A avaliação focalizou-se em vinte e nove situações apresentadas pelos seis professores participantes na investigação, distribuídas como informa o gráfico que se apresenta na figura 8.1:

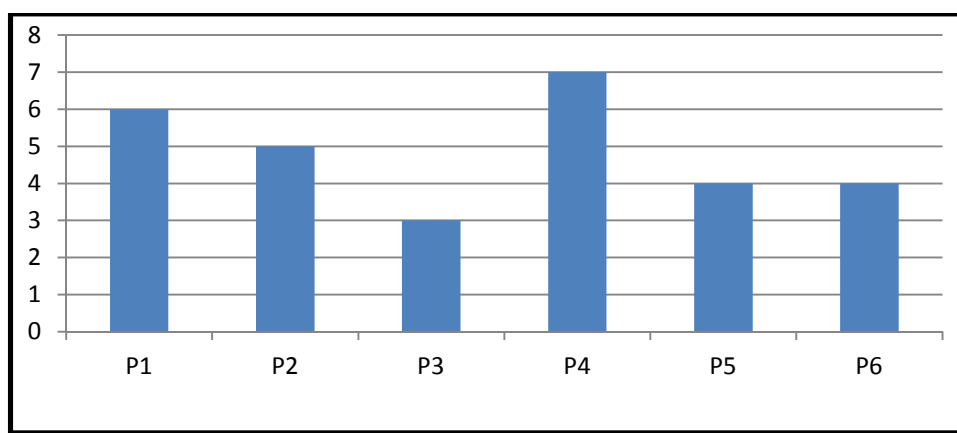


Figura 8.1: Distribuição de situações propostas por cada professor participante

Das seis situações-problema propostas pelo professor P1, quatro (S13, S14, S15 e S16) são de natureza de aplicação matemática e apenas uma (S12) é de MM, embora tivesse sido o propósito do professor com a apresentação da situação-problema S11 envolver os alunos na MM.

O Professor P2 propôs cinco situações, sendo que das situações-problema S22 e S24, apenas a S24 foi considerada de MM. As situações-problema S23 e S25 são de natureza de aplicação matemática e S21 de outra natureza (nem de aplicação nem de MM).

Foram propostas três situações pelo professor P3, tendo sido considerado que a natureza da situação-problema S31 não se enquadra na MM. Considerou-se a natureza da situação-problema S33 de aplicação matemática e da S32 de outra natureza (nem de aplicação nem de MM).

O professor P4 apresentou sete situações-problema, sendo quatro de natureza de aplicação matemática (S41, S42, S43 e S47), duas que não se enquadravam na MM (S44 e S45), embora tivesse sido essa a pretensão do professor, e uma de natureza de MM (S46).

As quatro situações-problema propostas pelo professor P5 contemplaram as situações-problema S51, S53, S54 de natureza de aplicação matemática e S52 que não se enquadraram na natureza de MM, embora tivesse sido essa a pretensão do professor.

O Professor P6 promoveu a consecução das situações S61 e S63 de natureza de aplicação matemática e duas (S62 e S64) que não se enquadram nem de natureza de MM nem de aplicação.

O quadro que se segue (Quadro 8.1) sintetiza, a natureza das situações propostas por cada professor distribuídas pelas duas aulas observadas:

**Quadro 8.1- Distribuição das situações propostas por cada professor participante**

	1.ª aula		2.ª aula	
	Código	Natureza	Código	Natureza
<b>P1</b>	S11	“Falsa Modelação”	S13	Aplicação
	S12	Modelação	S14	Aplicação
			S15	Aplicação
			S16	Aplicação
<b>P2</b>	S21	Outra	S23	Aplicação
	S22	“Falsa Modelação”	S24	Modelação
			S25	Aplicação
<b>P3</b>	S31	“Falsa Modelação”	S32	Outra
			S33	Aplicação
<b>P4</b>	S41	Aplicação	S44	“Falsa Modelação”
	S42	Aplicação	S45	“Falsa Modelação”
	S43	Aplicação	S46	Modelação
			S47	Aplicação
<b>P5</b>	S51	Aplicação	S53	Aplicação
	S52	Modelação	S54	Aplicação
<b>P6</b>	S61	Aplicação	S63	Aplicação
	S62	Outra	S64	Outra

A distribuição da natureza das situações-problema propostas pelos seis professores encontra-se explicitada no gráfico, que se segue, de acordo com a sua natureza (Figura 8.2):

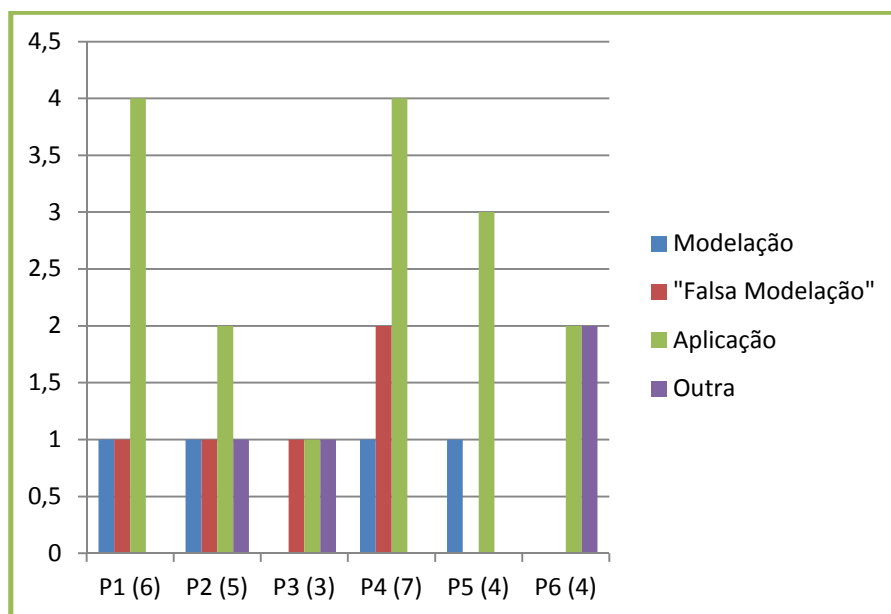


Figura 8.2: Natureza das situações propostas por cada professor

Verifica-se um predomínio na proposta de situações-problema de natureza de aplicação matemática (16 situações-problema), perfazendo mais de metade (55%), num total de 29 situações, como se depreende do gráfico que a seguir se apresenta (Figura 8.3):

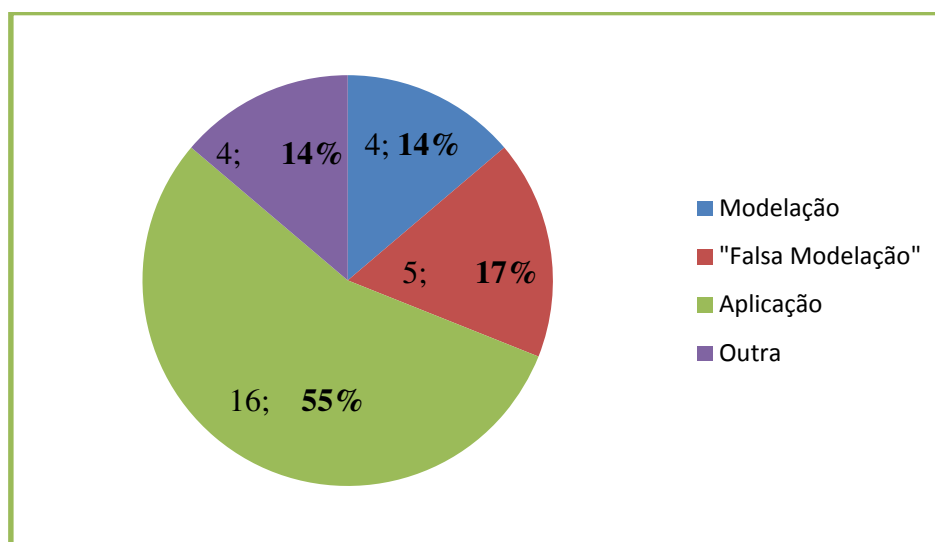


Figura 8.3: Percentagem de situações quanto à sua natureza propostas pelos professores



Como já se havia referido, a presente avaliação focaliza-se nas situações-problema de natureza de MM pela preponderância que lhe é atribuída tanto nas orientações curriculares expressas nos normativos, como na revisão da literatura.

Pelo exposto, a análise que se segue reporta-se unicamente às 25 situações-problema, das quais dezasseis são de natureza de aplicação matemática, quatro de natureza de MM e cinco situações-problema cuja natureza não foi considerada de MM, apesar de ser essa a pretensão dos professores. Ressalva-se que embora as 25 situações-problema não sejam na sua totalidade de natureza MM, considerou-se pertinente prosseguir com a avaliação para se perceber o processo adotado na sua consecução e qual a preponderância que cada professor atribui às restantes sub-dimensões da dimensão ecológica contempladas no referencial de avaliação.

### **8.1.2. Pertinência das situações-problema**

De acordo com o referencial de avaliação, a pertinência de uma situação-problema advém da sua contextualização ser baseada num fenómeno real e relacionado com as profissões do curso. Na GCM dos professores participantes no estudo, observou-se que:

(1) A situação-problema proposta pelo professor P1 que não se enquadra na natureza de MM (S11) não é pertinente, assim como a situação-problema de natureza de MM (S12). Das quatro situações-problema de natureza de aplicação matemática, S13 e S15 são pertinentes e as situações-problema S14 e S16 não são pertinentes;

(2) A situação-problema proposta pelo professor P2 que não se enquadra na natureza de MM (S22) é pertinente, contrariamente à situação-problema de natureza de MM (S24) que não é pertinente. As restantes situações-problema de natureza de aplicação matemática (S23 e S25) não são pertinentes para o curso profissional.

(3) O professor P3 propôs a situação-problema S31 considerada nesta avaliação que não se enquadra na natureza de MM e a situação-problema S33 de natureza de aplicação matemática, sendo ambas pertinentes;

(4) Apenas duas situações-problema (S42 e S47) das sete propostas pelo professor P4 são pertinentes.

(5) A única situação-problema pertinente proposta pelo professor P5 é de natureza de aplicação matemática (S54).

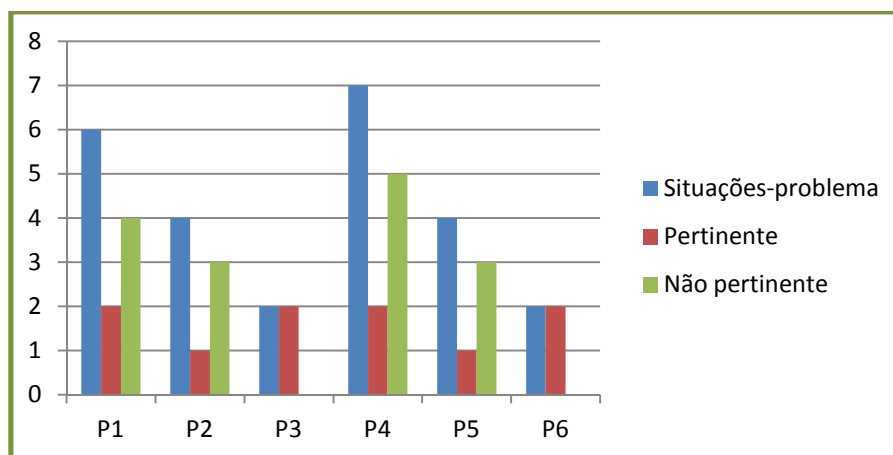
(6) As situações-problema S61 e S63, propostas pelo professor P6, de natureza de aplicação matemáticas são pertinentes.

As inferências explicitadas anteriormente encontram-se sintetizadas no quadro que se segue (Quadro 8.2):

**Quadro 8.2- Pertinência das situações-problema propostas por cada professor participante**

	1.ª aula			2.ª aula		
	Cód.	Natureza	Pertinente	Cód.	Natureza	Pertinente
<b>P1</b>	S11	“Falsa Modelação”	Não	S13	Aplicação	Sim
	S12	Modelação	Não	S14	Aplicação	Não
				S15	Aplicação	Sim
				S16	Aplicação	Não
<b>P2</b>	S21	Outra		S23	Aplicação	Não
	S22	“Falsa Modelação”	Sim	S24	Modelação	Não
				S25	Aplicação	Não
<b>P3</b>	S31	“Falsa Modelação”	Sim	S32	Outra	
				S33	Aplicação	Sim
<b>P4</b>	S41	Aplicação	Não	S44	“Falsa Modelação”	Não
	S42	Aplicação	Sim	S45	“Falsa Modelação”	Não
	S43	Aplicação	Não	S46	Modelação	Sim
				S47	Aplicação	Não
<b>P5</b>	S51	Aplicação	Não	S53	Aplicação	Não
	S52	Modelação	Não	S54	Aplicação	Sim
<b>P6</b>	S61	Aplicação	Sim	S63	Aplicação	Sim
	S62	Outra		S64	Outra	

No gráfico (Figura 8.4) que segue explicita-se de forma sintetizada a distribuição de situações-problema pertinentes e não pertinentes propostas por cada professor:



**Figura 8.4: Distribuição de situações-problema pertinentes e não pertinentes propostas por cada professor**

Da análise do gráfico anterior, afere-se que, das vinte e cinco situações-problema, objeto de avaliação, quinze não são pertinentes (60%), sendo esta percentagem bastante reveladora de um conhecimento deficitário por parte dos professores participantes das especificidades da componente de formação técnica do curso no qual lecionam. Em consequência, esta lacuna concorre para que não se efetue a contextualização das situações-problema nas especificidades do mundo do trabalho, da indústria, do comércio ou do mundo empresarial, na linha do que preconiza o Programa da disciplina de Matemática em consonância com a revisão da literatura.

Particularizando, constata-se que o desvio reside em quatro situações-problema não pertinentes das seis propostas pelo professor P1, três situações-problema não pertinentes das quatro propostas pelo professor P2, cinco das sete situações-problema propostas pelo professor P4 não são pertinentes e três das quatro situações-problema propostas pelo professor P5 não são pertinentes. A totalidade das situações-problema propostas pelos professores P3 e P6 são pertinentes.

Em jeito de síntese, o incumprimento das diretrizes curriculares expressas no Programa da disciplina de Matemática e na revisão da literatura, pelos professores P1, P2, P4 e P5, no que concerne à pertinência das situações-problema a propor, impossibilitaram a oportunidade de os alunos apreciarem o contributo da Matemática na compreensão e resolução de problemas do Homem através do tempo, bem como o reconhecimento do papel da Matemática como pilar para a interpretação da realidade e garantia de uma efetiva intervenção do indivíduo no contexto social, económico e profissional inerentes ao curso.

### **8.1.3. Grau de estrutura e grau de desafio das situações-problema**

Relativamente ao grau de estrutura e grau de desafio, cumpre-se a análise, distinguindo-se as situações-problema de natureza de MM, das que não se enquadram nessa natureza.

O professor P1 propôs uma situação-problema não considerada de MM (S11), que apresenta um inadequado grau de desafio e um inadequado grau de estrutura facto que corrobora a avaliação proferida em relação à sua natureza. Contrariamente a situação-problema S12 de natureza de MM apresenta um adequado grau de desafio e um adequado grau de estrutura.

Das duas situações-problema propostas pelo professor P2 (S22 e S24), apenas a de natureza de MM apresenta um adequado grau de desafio e um adequado grau de estrutura, corroborando a avaliação feita à sua natureza.

O professor P3 propôs uma única situação-problema com o propósito de envolver os alunos nessa metodologia, contudo ela apresenta um inadequado grau de desafio e um inadequado grau de estrutura, facto que corrobora a avaliação da sua natureza.

As duas situações-problema (S44 e S45) cuja natureza não se enquadra na MM, propostas pelo professor P4, apresentam um inadequado grau de desafio e um inadequado grau de estrutura, que determina uma inadequação estrutural das situações-problema tendo em conta que o professor pretendia envolver os alunos na MM. A única situação-problema proposta considerada de natureza de MM apresenta um adequado grau de estrutura e um adequado grau de desafio.

O professor P5 propôs uma situação-problema de natureza de MM, cujo grau de desafio e grau de estrutura foi considerado adequado.

Refira-se que o professor P6 não propôs nenhuma situação-problema de natureza de MM, pelo que não se procedeu à avaliação do grau de desafio e do grau de estrutura.

O exposto apresenta-se sintetizado no quadro seguinte (Quadro 8.3):

**Quadro 8.3 - Avaliação do grau de desafio e do grau de estrutura das situações-problema propostas**

	<b>Natureza</b>	<b>Cód.</b>	<b>Grau de desafio</b>	<b>Grau de estrutura</b>
<b>P1</b>	“Falsa Modelação” Modelação	S11	<b>Inadequado</b>	<b>Inadequado</b>
		S12	Adequado	Adequado
<b>P2</b>	“Falsa Modelação” Modelação	S22	<b>Inadequado</b>	<b>Inadequado</b>
		S24	Adequado	Adequado
<b>P3</b>	“Falsa Modelação”	S31	<b>Inadequado</b>	<b>Inadequado</b>
<b>P4</b>	“Falsa Modelação” “Falsa Modelação” Modelação	S44	<b>Inadequado</b>	<b>Inadequado</b>
		S45	<b>Inadequado</b>	<b>Inadequado</b>
		S46	Adequado	Adequado
<b>P5</b>	Modelação	S52	Adequado	Adequado
<b>P6</b>	-	-	-	-

Pela análise do quadro anterior constata-se que a inadequação do grau de desafio e do grau de estrutura reside essencialmente nas situações-problema cuja natureza não foi considerada de MM, subtraindo-se que a dificuldade dos professores parece estar no desenho de situações-problema com um grau de estrutura adequado. De facto, a tendência

invoca uma supremacia destas situações-problema com uma estrutura fechada, impedido o aluno de forma autônoma, selecionar as estratégias e ferramentas matemáticas mais adequadas a cada situação, sendo esta uma das recomendações expressas no Programa da disciplina de Matemática para os cursos profissionais em consonância com a revisão da literatura. Este incumprimento incorre na não oportunidade de desenvolver nos alunos algumas das competências que passam pelo raciocínio matemático, pensamento lógico e autonomia.

#### **8.1.4. Processo adotado nas situações-problema**

No que concerne às cinco situações-problema cuja avaliação à sua natureza determinou não se tratar de MM e quatro tratar-se de natureza de MM, uma primeira indagação remete para a consecução integral do processo de MM. A este respeito constata-se que nenhum professor promoveu a realização integral, e com o relevo adequado, do ciclo do processo de MM tomado para referência no presente estudo, caindo-se no incumprimento do desenvolvimento das competências inerentes ao processo de MM. Decorrente deste incumprimento aos alunos também não foi dada a oportunidade de realizarem investigação matemática, com recurso à metodologia inerente à MM. Em jeito de síntese os quadros que se seguem (Quadro 8.4 ao Quadro 8.6) informam as etapas consignadas no processo adotado, pelos professores participantes em cada uma dessas situações-problema.

Quadro 8.4 - Cumprimento das etapas consignadas no processo adotado pelos professores P1 e P2

	P1						P2			
	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S22	S23	S24	S25
<b>1ª Etapa</b> Problema do mundo real e das Profissões	Não	Sim	-	-	-	-	Não	-	Não	-
<b>2ª Etapa</b> Formulação de conjeturas	Não	Sim	-	-	-	-	Não	-	Não	-
<b>3ª Etapa</b> Matematização Plano adequado Plano autônomo	Inadequado sem autonomia	Inadequado com autonomia	-	-	-	-	Inadequado sem autonomia	-	Inadequado sem autonomia	-
<b>4ª Etapa</b> Resolução do problema Justificação procedimentos	Não -	Sim Sim	Sim Sim	Sim Sim	Sim Sim	Sim Sim	Sim Sim	Sim Sim	Sim Sim	Sim Sim
<b>5ª Etapa</b> Interpretação da solução	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>6ª Etapa</b> Avaliação do modelo	Não	Não	-	-	-	-	Não	-	Não	-
<b>7ª Etapa</b> Relatório	Não	Não	-	-	-	-	Não	-	Não	-

Quadro 8.5 - Cumprimento das etapas consignadas no processo adotado pelos professores P3 e P4

	P3			P4						
	S31	S33	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	
<b>1ª Etapa</b> Problema do mundo real e das Profissões	Não	-	-	-	-	Não	Não	Sim	-	
<b>2ª Etapa</b> Formulação de conjeturas	Não	-	-	-	-	Não	Não	Sim	-	
<b>3ª Etapa</b> Matematização Plano adequado Plano autônomo	Inadequado sem autonomia	-	-	-	-	Inadequado sem autonomia	Inadequado sem autonomia	Inadequado sem autonomia	-	
<b>4ª Etapa</b> Resolução do problema Justificação procedimentos	Não -	Sim Sim	Sim Sim	Sim Sim	Sim Sim	Não -	Não -	Sim Sim	Sim Sim	
<b>5ª Etapa</b> Interpretação da solução	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	
<b>6ª Etapa</b> Avaliação do modelo	Não	-	-	-	-	Não	Não	Não	-	
<b>7ª Etapa</b> Relatório	Não	-	-	-	-	Não	Não	Não	-	

Quadro 8.6 - Cumprimento das etapas consignadas no processo adotado pelos professores P5 e P6

	P5				P6	
	S51	S52	S53	S54	S61	S63
1ª Etapa Problema do mundo real e das Profissões	-	Sim	-	-	-	-
2ª Etapa Formulação de conjeturas	-	Sim	-	-	-	-
3ª Etapa Matematização Plano adequado Plano autónomo	-	Adequado sem autonomia	-	-	-	-
4ª Etapa Resolução do problema Justificação procedimentos	Sim Sim	Sim Sim	Sim Sim	Sim Sim	Sim Sim	Sim Sim
5ª Etapa Interpretação da solução	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
6ª Etapa Avaliação do modelo	-	Não	-	-	-	-
7ª Etapa Relatório	-	Não	-	-	-	-

Chama-se a atenção para o facto do professor P6 não ter proposto situações-problema de natureza de MM nas aulas objeto de avaliação. Tendo sido confrontado com este facto o professor reiterou que é sua prática no 10º e 11º ano não recorrer à MM.

Da análise dos quadros anteriores constata-se que, à exceção de uma situação-problema (S46) proposta pelo professor P4 e outra situação-problema (S52) proposta pelo professor P5, todos os restantes professores não promoveram a concretização da 1.ª etapa do ciclo de MM adotado como referencia no presente estudo e que consiste na simplificação do problema com a clarificação das informações relevantes e não relevantes.

No respeitante à concretização da 2.ª etapa, esta não foi concretizada na quase totalidade das situações-problema propostas, não dando por isso a oportunidade de os alunos desenvolverem o raciocínio matemático com a formulação de conjeturas.

A 3.ª etapa constitui a fase mais complexa e desafiadora do processo, pressupondo-se a existência de um plano de matematização autónomo e adequadamente concretizado, com o confronto dos modelos determinados por pelo menos dois métodos distintos. Esta etapa quando concretizada assumiu à exceção da situação-problema S52 um plano

inadequado, e à exceção da situação-problema S12 um plano sem autonomia, verificando-se uma gestão similar nos seis professores participantes que, após discussão acerca das ferramentas matemáticas a utilizar, apresentaram à turma o modelo matemático institucionalizado para o tipo de situação-problema considerada. Esta constatação incide na dependência do aluno que, sendo parte integrante do processo de MM, não vê a possibilidade de, após ter recebido as informações, a partir delas, proceder à reflexão e análise global da situação-problema para, em seguida, definir estratégias condutoras ao modelo representativo. Relembre-se que Ponte (2005) enfatiza que esta etapa é essencial para que o aluno adquira sensibilidade perante os aspetos mais globais do processo de MM, em particular na conceção do modelo. Os planos de matematização inadequados, pela restrição a um dos métodos, gráfico, algébrico ou numérico sem confronto com pelo menos outro método, limitou a abordagem e conseqüentemente, empobreceram a análise e o confronto dos modelos determinados pelos vários métodos.

A MM permite aos alunos desenvolver a capacidade de resolução de situações-problema reais pelo manuseamento do modelo matemático com uma subsequente análise e interpretação das soluções. A resolução de situações-problema surge contemplada na 4.<sup>a</sup> etapa que não mereceu especial atenção por parte de todos os professores participantes, uma vez que quase metade dessas situações-problema não contemplaram a resolução de problemas inerentes ao seu contexto. Apesar disso, observou-se que, na existência de resolução de problemas, os procedimentos foram justificados e as soluções determinadas e interpretadas à luz do respetivo contexto (5.<sup>a</sup> etapa).

Acrescenta-se que para as situações-problema de aplicação matemática os professores atuaram de forma similar ao contemplar a resolução de problemas e a conseqüente interpretação das soluções à luz do respetivo contexto.

A concretização da 6.<sup>a</sup> etapa não foi atendida por nenhum professor, facto que incorreu na não validação dos respetivos modelos.

Sendo a comunicação uma das competências a desenvolver nos alunos e sendo o contributo da disciplina de Matemática na construção da língua enfatizado no Programa da disciplina para os cursos profissionais, nenhum professor promoveu o seu desenvolvimento na concretização da 7.<sup>a</sup> etapa, já que nesta seria possível a elaboração de um relatório, onde se passava a escrito os processos de estruturação do pensamento e da linguagem do aluno



e, posteriormente o professor promover correções da comunicação oral e escrita, na transmissão dos raciocínios, da discussão do processo e argumentação lógica.

Pelo incumprimento de todas as etapas do ciclo de MM adotado como referência no presente estudo, parece legítimo afirmar que a GCM promovida no processo adotado pela generalidade dos professores, seguiu uma abordagem severamente fechada e incompleta, não se promovendo, por isso, o desenvolvimento de todas as competências matemáticas previstas nesta natureza de situações-problema nem a MM como competência.

A preponderância de situações-problema (dezasseis) que se enquadram na natureza de aplicação matemática parece evidenciar uma maior facilidade pelos professores participantes no desenho de situações-problema desta natureza, em contraste com o desenho e a consecução de situações-problema de natureza de MM. Isto é, a GCM promovida, pelos professores participantes, diligenciou a favor do desenvolvimento da competência - resolução de problemas.

#### **8.1.5. Conexões intra-matemáticas e interdisciplinares**

A sub-dimensão conexões intra-matemáticas mereceu atenção pelo que a sua abrangência fica determinada de acordo com o referencial de avaliação com o estabelecimento de conexões com, pelo menos, dois conteúdos do currículo de Matemática.

Neste âmbito, apresenta-se um quadro que identifica o número de conteúdos envolvidos nas referidas conexões e a concretização da sua abrangência (Quadro 8.7):

Quadro 8.7 - Abrangência de conexões intra-matemáticas

	Cód.	Conexões intra-matemáticas (Número de conteúdos)	Abrangência
<b>P1</b>	S11	Não (zero)	Não
	S12	Sim (um)	Não
	S13	Sim (três)	Sim
	S14	Sim (dois)	Sim
	S15	Sim (três)	Sim
	S16	Sim (dois)	Sim
<b>P2</b>	S22	Sim (sete)	Sim
	S23	Sim (dois)	Sim
	S24	Sim (um)	Não
	S25	Sim (um)	Não
<b>P3</b>	S31	Sim (um)	Não
	S33	Sim (três)	Sim
	S41	Não (zero)	Não
	S42	Não (zero)	Não
<b>P4</b>	S43	Não (zero)	Não
	S44	Sim (três)	Sim
	S45	Sim (três)	Sim
	S46	Sim (três)	Sim
	S47	Sim (quatro)	Sim
<b>P5</b>	S51	Sim (um)	Não
	S52	Sim (três)	Sim
	S53	Sim (dois)	Sim
	S54	Sim (quatro)	Sim
<b>P6</b>	S61	Sim (quatro)	Sim
	S63	Sim (quatro)	Sim

Da análise do quadro anterior ressalta o fato de não terem sido estabelecidas quaisquer conexões intra-matemáticas nas situações-problema S11, S41, S42 e S43. Nas restantes situações-problema foram atendidas as referidas conexões, apesar de, em algumas delas, essa concretização não ter sido de forma abrangente. Constata-se, igualmente, que, atendendo à proporção de situações-problema propostas, o professor P1 foi o que menos atendeu à abrangência de conexões intra-matemáticas.

A abrangência de conexões interdisciplinares, de acordo com o referencial de avaliação, é determinada pelo estabelecimento de conexões com outras disciplinas integradas em, pelo menos, duas componentes distintas de formação do curso.

O quadro que se segue sintetiza o número de disciplinas envolvidas e o número de componentes de formação contempladas no estabelecimento de conexões interdisciplinares (Quadro 8.8):

Quadro 8.8 - Abrangência de conexões interdisciplinares

	Cód.	N.º disciplinas	Nº de componentes de formação	Abrangência de conexões
<b>P1</b>	S11	Zero	Zero	<b>Não</b>
	S12	Zero	Zero	<b>Não</b>
	S13	Duas	Uma	<b>Não</b>
	S14	Duas	Duas	Sim
	S15	Duas	Uma	<b>Não</b>
	S16	Zero	Zero	<b>Não</b>
<b>P2</b>	S22	Duas	Uma	<b>Não</b>
	S23	Duas	Duas	Sim
	S24	Duas	Duas	Sim
	S25	Duas	Duas	Sim
<b>P3</b>	S31	Três	Duas	Sim
	S33	Três	Duas	Sim
<b>P4</b>	S41	Zero	Zero	<b>Não</b>
	S42	Uma	Uma	<b>Não</b>
	S43	Duas	Duas	Sim
	S44	Duas	Duas	Sim
	S45	Duas	Duas	Sim
	S46	Uma	Uma	<b>Não</b>
	S47	Duas	Duas	Sim
<b>P5</b>	S51	Duas	Duas	Sim
	S52	Uma	Uma	<b>Não</b>
	S53	Zero	Zero	<b>Não</b>
	S54	Duas	Uma	<b>Não</b>
<b>P6</b>	S61	Três	Três	Sim
	S63	Quatro	Duas	Sim

Da análise dos quadros anteriores ressalta o fato de o professor P1 ter sido o que menos atendeu às conexões interdisciplinares e os professores P3 e P6 os que mais deram atenção a tais conexões.

De uma maneira geral, a GCM promovida pelo professor P1 não promoveu, na consecução das situações-problema S11 e S12, a abrangência de conexões intra-matemáticas e a abrangência de conexões interdisciplinares. Na abordagem das situações-problema S13, S14, S15 e S16, o professor em todas elas promoveu a abrangência de conexões intra-matemáticas, mas somente promoveu a abrangência de conexões interdisciplinar na situação-problema S14.

Das duas situações-problema propostas pelo professor P2 (S22 e S24), apenas na S22, foi contemplada a abrangência de conexões intra-matemáticas, e somente na S24 foi contemplada a abrangência de conexões interdisciplinares. Quanto às situações-problema de natureza de aplicação matemáticas (S23 e S25) propostas pelo mesmo professor, apenas na S23 foi contemplada a abrangência de conexões intra-matemáticas, mas em ambas assistiu-se à concretização da abrangência de conexões interdisciplinares.

A situação-problema (S31) cuja natureza não se enquadra na MM, proposta pelo professor P3, não contemplou a abrangência de conexões intra-matemáticas, mas atendeu à abrangência de conexões interdisciplinares. A abordagem da situação-problema S33, de natureza de aplicação matemática, contemplou a abrangência de conexões intra-matemáticas e interdisciplinares.

O professor P4 nas situações-problema S44 e S45 atendeu à abrangência de conexões intra-matemáticas e interdisciplinares. Contudo, na situação-problema S46, apenas foi atendida a abrangência de conexões intra-matemáticas. Das quatro situações-problema de natureza de aplicação matemática (S41, S42, S43 e S47), apenas foi concretizada a abrangência de conexões intra-matemáticas na situação-problema S47 e a abrangência de conexões interdisciplinares nas situações-problema S43 e S47.

O professor P5 na situação-problema S52, de natureza de MM, atendeu apenas a abrangência de conexões intra-matemáticas. O mesmo professor nas situações-problema S53 e S54, de natureza de aplicação matemática, promoveu apenas a abrangência de conexões intra-matemáticas e na situação-problema S51, apenas promoveu a abrangência de conexões interdisciplinares.

O professor P6 atendeu à abrangência de conexões intra-matemáticas e interdisciplinares na consecução das duas situações-problema S61 e S63 que propôs de natureza de aplicação matemática.

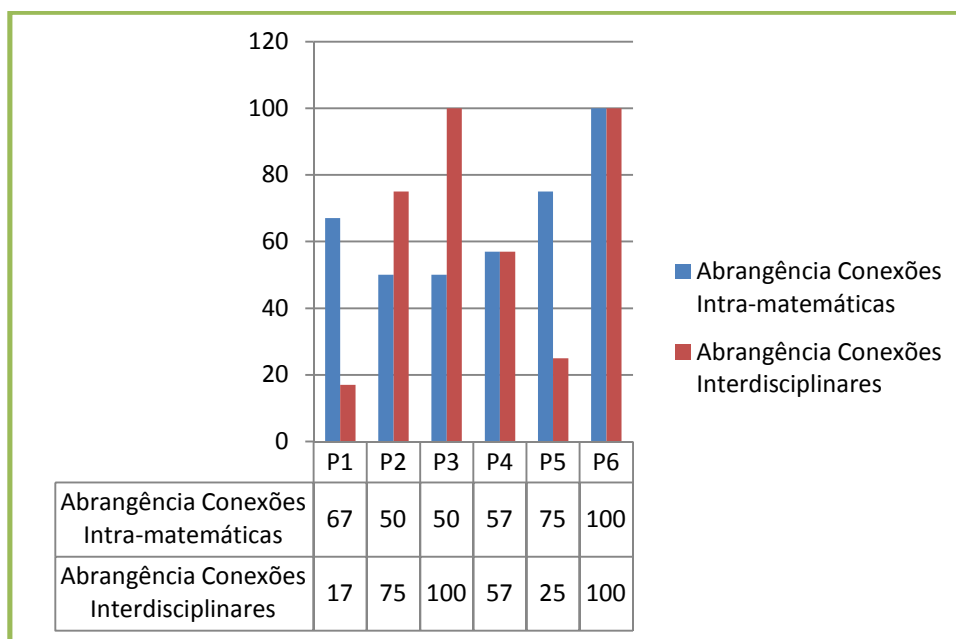
As informações acima expressas apresentam-se sintetizadas no quadro que se segue (Quadro 8.9):

**Quadro 8.9 - Síntese da abrangência de conexões intra-matemáticas e interdisciplinares de acordo com a natureza das situações-problema**

	Natureza	Cód.	Abrangência de conexões intra-matemáticas	Abrangência de conexões interdisciplinares
<b>P1</b>	“Falsa Modelação”	S11	<b>Não</b>	<b>Não</b>
	Modelação	S12	<b>Não</b>	<b>Não</b>
	Aplicação	S13	Sim	<b>Não</b>
	Aplicação	S14	Sim	Sim
	Aplicação	S15	Sim	<b>Não</b>
	Aplicação	S16	Sim	<b>Não</b>
<b>P2</b>	“Falsa Modelação”	S22	Sim	<b>Não</b>
	Aplicação	S23	Sim	Sim
	Modelação	S24	<b>Não</b>	Sim
	Aplicação	S25	<b>Não</b>	Sim
<b>P3</b>	“Falsa Modelação”	S31	<b>Não</b>	Sim
	Aplicação	S33	Sim	Sim
<b>P4</b>	Aplicação	S41	<b>Não</b>	<b>Não</b>
	Aplicação	S42	<b>Não</b>	<b>Não</b>
	Aplicação	S43	<b>Não</b>	Sim
	“Falsa Modelação”	S44	Sim	Sim
	“Falsa Modelação”	S45	Sim	Sim
	Modelação	S46	Sim	<b>Não</b>
	Aplicação	S47	Sim	Sim
<b>P5</b>	Aplicação	S51	<b>Não</b>	Sim
	Modelação	S52	Sim	<b>Não</b>
	Aplicação	S53	Sim	<b>Não</b>
	Aplicação	S54	Sim	<b>Não</b>
<b>P6</b>	Aplicação	S61	Sim	Sim
	Aplicação	S63	Sim	Sim

Apesar da diferença pouco significativa, reconhece-se pela observação do quadro anterior, que a abrangência de conexões intra-matemáticas foi mais atendida pelo grupo dos seis professores participantes que a abrangência de conexões interdisciplinares.

Apresenta-se a distribuição em percentagem da abrangência de conexões intra-matemáticas e da abrangência das conexões interdisciplinares, atendendo à proporção das situações propostas por cada professor participante (Figura 8.5):



**Figura 8.5 - Percentagem de situações-problema onde foram contempladas conexões intra-matemáticas e interdisciplinares de forma abrangente por professor**

Ressalta, como se pode observar a partir do gráfico anterior, uma ausência significativa de abrangência de conexões interdisciplinares na GCM promovida pelo professor P1.

No que concerne às conexões intra-matemáticas, os professores P5 e P6 pautaram a sua GCM na promoção, da integração de diferentes ideias matemáticas, como recomenda a literatura da especialidade e mais particularmente o Programa de Matemática para os cursos profissionais.

Quanto à abrangência de conexões interdisciplinares, os professores P2, P3 e P6 apresentam um maior cuidado, neste âmbito, concorrendo esta GCM para que os alunos entendam a Matemática como ferramenta imprescindível na compreensão do mundo. No âmbito das conexões interdisciplinares, mereceu especial atenção as conexões estabelecidas com disciplinas que integram a componente de formação técnica do curso. Assim, apurou-se que apenas em três das nove situações-problema consideradas de MM e não consideradas de MM e em cinco das dezasseis situações-problema de natureza de aplicação matemática se contemplaram essas conexões, como se depreende a partir do quadro que se segue (Quadro 8.10):

Quadro 8.10 - Conexões interdisciplinares (componente de formação técnica)

	Natureza	Cód.	Conexões (componente de formação técnica do curso)
<b>P1</b>	“Falsa Modelação”	S11	Não
	Modelação	S12	Não
	Aplicação	S13	<b>Sim</b>
	Aplicação	S14	Não
	Aplicação	S15	<b>Sim</b>
	Aplicação	S16	Não
<b>P2</b>	“Falsa Modelação”	S22	<b>Sim</b>
	Aplicação	S23	Não
	Modelação	S24	Não
	Aplicação	S25	Não
<b>P3</b>	“Falsa Modelação”	S31	<b>Sim</b>
	Aplicação	S33	<b>Sim</b>
<b>P4</b>	Aplicação	S41	Não
	Aplicação	S42	<b>Sim</b>
	Aplicação	S43	Não
	“Falsa Modelação”	S44	Não
	“Falsa Modelação”	S45	Não
	Modelação	S46	<b>Sim</b>
	Aplicação	S47	Não
<b>P5</b>	Aplicação	S51	Não
	Modelação	S52	Não
	Aplicação	S53	Não
	Aplicação	S54	<b>Sim</b>
<b>P6</b>	Aplicação	S61	<b>Sim</b>
	Aplicação	S63	<b>Sim</b>

Refira-se que apenas os professores P3 e P6 atenderam, de forma sistemática, às conexões das situações-problema que propuseram com a componente de formação técnica do curso. Os restantes professores, não atuaram em conformidade com as orientações curriculares, expressas no Programa da disciplina de Matemática, que informa que a MM e as situações-problema relacionadas com os diferentes sectores de atividade devem constituir a metodologia de trabalho (Ministério da Educação, 2004).

Relembre-se que as situações reais direcionadas para cada curso acentuam a transversalidade com outras componentes de formação com destaque para a componente de formação técnica de cada curso, constituindo uma potencial contribuição na consciência da necessidade da educação e da formação ao longo da vida.

### 8.1.6. Fatores condicionantes (índole material): Tecnologias

A escola A, onde leciona o professor P1 e P2, disponibiliza, em número insuficiente, algumas tecnologias, em particular a calculadora gráfica, que se verificou ser em número muito restrito para servir todas as turmas da escola. Esta limitação impede que duas turmas em simultâneo recorram a estes recursos. Acresce o fato da escola A ter uma ‘sala de matemática’ onde decorrem, frequentemente, outras aulas que não da disciplina de Matemática e onde se constata uma limitação ao nível de computadores disponíveis (apenas três em perfeito funcionamento). A utilização de computadores torna-se, assim, muito restrita uma vez que, apesar de também estarem disponíveis noutra sala, esta tem como prioridade as aulas da disciplina de Tecnologias de Comunicação e Informação. Outro aspeto que merece referência é a ausência na escola de sensores de leitura de movimentos (CBR), impedindo que o professor P2 tenha concretizado a sua pretensão: “os alunos procederem à recolha dos dados”.

No que respeita às tecnologias, disponibilizadas nas salas onde ocorreram as aulas objeto de observação da GCM do professor P1 e P2, constatou-se a inexistência de quaisquer recursos tecnológicos. Este fator condicionante concorreu para a não promoção da inovação didática pela integração das tecnologias, contrariando as recomendações enfatizadas na revisão da literatura e, em particular, no Programa da disciplina de Matemática para os cursos profissionais, que refere que o uso do computador e calculadora gráfica, sobretudo, são ferramentas de uso obrigatório, também acopladas a sensores, em diversas situações, para tratamento de dados experimentais e traçado de gráficos.

Importa referir que a escola A está integrada no Projeto de modernização das escolas do ensino secundário, cofinanciado pela União europeia, estando marcada a reestruturação para o início do ano letivo de 2011/2012, data posterior à observação das aulas.

A escola B, alvo de requalificação no âmbito do projeto acima citado, disponibiliza uma diversidade atualizada de tecnologias e em número suficiente. A existência de um laboratório de Matemática e o apetrechamento de todas as salas de aula com tecnologias possibilitou que os professores, em particular, o professor P5 e P6, imprimissem à sua GCM uma inovação didática com a integração vasta destes recursos, fato que se



concretizou na frequência com que esses professores promoveram o uso dessas ferramentas.

A avaliação à escola B no que concerne à dimensão fatores condicionantes de índole material (tecnologias) foi corroborada no relatório da avaliação externa proferido em dezembro de 2011, onde se pode ler:

Os meios disponibilizados encontram-se equilibradamente distribuídos, acessíveis e organizados para proporcionar boas condições de aprendizagem. É de salientar o grande investimento na aquisição e utilização de equipamentos informático, laboratorial e oficial. A recente requalificação do edifício dotou a Escola de espaços adequados, agradáveis e funcionais, que evidenciam boas condições de limpeza e manutenção. (p.7)

A escola C, onde leciona o professor P3, tem à disposição duas salas de Matemática apetrechadas com tecnologias. A par disso, o uso frequente das tecnologias pode ser promovido, recorrendo aos computadores portáteis que cada bloco de salas tem à disposição. Ressalva-se, no entanto, um número insuficiente de calculadoras em perfeito estado de funcionamento.

Na avaliação externa da escola, levada a cabo em fevereiro de 2010, no âmbito da gestão dos recursos materiais, foi proferido o seguinte:

Os equipamentos, sobretudo informáticos, têm sido continuamente atualizados e foram adquiridos novos recursos pedagógicos tendo em vista um ensino mais atrativo (e.g. o apetrechamento do laboratório de matemática e da maioria das salas de aula com projetores multimédia). (p.10)

Contudo, a GCM promovida pelo professor P3 nas aulas observadas restringiu-se ao uso da calculadora gráfica, imprimindo, na sua atuação, uma ausência de inovação didática associada à não integração das tecnologias. Esta restrição foi justificada pelo professor pela necessidade de ampliar os seus conhecimentos e domínios no uso dessas ferramentas.

A realidade da escola D, onde leciona o professor P4, é bastante similar à observada na escola A, onde não estão disponíveis tecnologias nas salas onde aconteceu a observação das aulas, havendo apenas um quadro preto. Esta indisponibilidade de tecnologias parece ter condicionado a GCM do professor, no que concerne à inovação didática, confinando-o ao uso da calculadora gráfica, que não é disponibilizada em número suficiente pela escola. Acresce o facto do referido professor possuir conhecimentos amplos sobre tecnologias como se depreende na sua caracterização.

Em suma, somente a GCM, promovida pelos professores P5 e P6, promoveu a integração das tecnologias, pela diversidade de recursos que utilizaram, nomeadamente o uso do *view-screem* que minimizou as dificuldades manifestadas pela generalidade dos alunos no manuseamento das calculadoras gráficas. Os restantes professores imprimiram uma GCM restrita ao uso da calculadora gráfica. Importa referir que tendo-se notado, em todas as aulas observadas dos seis professores, dificuldades no manuseamento da calculadora gráfica pelos alunos, é legítimo afirmar que o não recurso ao *view-screem* permitiu a dispersão dos alunos e, conseqüentemente, alguma desmotivação na concretização das situações-problema propostas.

Atendendo à análise dos dados empíricos, parece haver uma correlação entre a disponibilidade das tecnologias na escola e em particular na sala de aula e a integração desses recursos na GC dos professores. Isto é, quando as tecnologias estão disponíveis na sala de aula os professores mostram-se mais impelidos a utilizá-las.

Apresenta-se no quadro seguinte (Quadro 8.11) a explicitação dessa dependência:

**Quadro 8.11 - Fatores condicionantes de índole material**

	Tecnologias (Escola)	Tecnologias (Sala)	Integração de Tecnologias (Professor)
<b>P1</b>	Não disponibiliza	Não disponibiliza	Integração restrita à calculadora
<b>P2</b>	Não disponibiliza	Não disponibiliza	Integração restrita à calculadora
<b>P3</b>	Disponibiliza	Disponibiliza algumas	Integração restrita à calculadora
<b>P4</b>	Não disponibiliza	Não disponibiliza	Integração restrita à calculadora
<b>P5</b>	Disponibiliza	Disponibiliza	Integração vasta e adequada
<b>P6</b>	Disponibiliza	Disponibiliza	Integração vasta e adequada

No âmbito dos fatores condicionantes de índole material considerou-se pertinente a averiguação da proveniência das situações-problema, objeto de avaliação. Neste âmbito,

constatou-se que nenhum dos professores envolvidos desenhou as situações-problema que propôs, tendo os professores P1 e P2 recorrido unicamente ao manual escolar adotado como fonte de seleção. Os professores P3, P4, P5 e P6, pela inexistência de um manual adotado, recorreram a manuais do ensino regular e do ensino profissional como fonte das situações-problema que propuseram.



---

---

## **PARTE V – Conclusões**



## CAPÍTULO IX

### Da questão de investigação às conclusões

---

A questão de investigação, subjacente ao presente estudo, emergiu da reflexão sobre os desafios com que se deparam atualmente os professores na GCM a CPIII, para a promoção do desenvolvimento nos alunos de competências inerentes a um perfil profissional à saída do curso.

As constantes transformações na sociedade atual e a necessidade das escolas se adaptarem para responder às exigências do mercado de trabalho, colocam os professores perante níveis cada vez mais exigentes de atuação. É no contexto do reconhecimento internacional da importância assumida pela escola na promoção do desenvolvimento dessas competências nos futuros profissionais, que se realizou o presente estudo.

Assim, os resultados esperados na presente investigação prendem-se com o desenvolvimento de saberes conceptuais e metodológicos na GCM nos cursos profissionais de nível III do ensino secundário em Portugal, contribuindo simultaneamente para o desenvolvimento de uma cultura de reflexão e avaliação da GCM nesta via de ensino.

Aponta-se como propósito no presente capítulo apresentar os resultados obtidos no estudo empírico emergentes da avaliação à GCM instituída pelo Programa da disciplina de Matemática para os CPIII, e intencional e implementada pelos professores participantes no estudo, para se responder à questão de investigação, tendo em conta a concretização dos objetivos elencados.

O conjunto de resultados obtidos na presente investigação contou com a participação de seis professores e decorreu em três momentos distintos (GCM instituída, intencional e implementada). Procedeu-se à triangulação dos dados, através de diversos instrumentos de recolha de dados e à validação dos resultados com a sua apresentação aos professores participantes, para tornar consistentes e válidas as inferências subtraídas da GCM dos professores envolvidos. Entende-se que este procedimento permitiu atribuir à discussão dos resultados uma maior consistência e coerência.

## 9.1. Conclusões da investigação

A relevância de qualquer investigação deriva dos contributos que ela possa fomentar no domínio do conhecimento científico do contexto em que se circunscreve.

A avaliação à GCM nos CPIII, para se perceber em que medida a GCM (instituída, intencional e implementada) contribui para o desenvolvimento de competências inerentes a um perfil profissional, determinantes para o desempenho profissional no contexto industrial, constitui a problemática do presente estudo.

A pertinência do estudo centra-se numa GCM nos CPIII do ensino secundário, deficitária no desenvolvimento de competências nos futuros profissionais da indústria. Este desajustamento, entre o ensino profissional e a inserção profissional, tem como já havíamos referido motivado debates no âmbito da sociedade portuguesa (Lourenço & Mendes, 2002).

Neste âmbito, procurou-se descortinar em que medida as interações expressas pelos referentes para o desenvolvimento de competências têm a sua representação nas orientações curriculares expressas no Programa da disciplina de Matemática para os CPIII, e na GCM dos professores participantes no estudo, para se responder à questão de investigação – *Em que medida a GCM, instituída, intencional e implementada nos CPIII contempla situações-problema, suscetíveis de promover o desenvolvimento de competências no aluno, relevantes para o seu desempenho profissional?*

Na procura de respostas à questão de investigação, num primeiro momento, concretizou-se o objetivo 1 elencado para a presente investigação, e que consistiu no aprofundar da compreensão dos fundamentos subjacentes aos CPIII, numa lógica de articulação entre a GC a estes cursos e o futuro contexto profissional, para a partir daí se identificar o problema no âmbito da GCM e a questão de investigação, supra mencionada.

Considerando a atualidade e pertinência do presente *Estudo de Caso* para o Sistema Educativo Português, em particular na via do ensino profissionalizante, espera-se que ele possa ser um contributo para a ampliação de resultados provenientes de investigações nesta área temática (GCM nos CPIII), atendendo à sua escassez. Simultaneamente, espera-se que seja uma ferramenta em auxílio de uma adequada GCM nos CP e, por outro lado, possa fomentar investigações futuras que aprofundem outras dimensões implicadas no processo



de ensino e aprendizagem da Matemática, além da dimensão ecológica contemplada no presente estudo.

Consideramos indispensável valorizar o conhecimento atualmente existente na área da GCM a CPIII e o que resultar da resolução da questão de investigação, enquanto contributo para a qualidade das decisões inerentes à GCM institucional, ligada à construção de documentos legislativos e à GCM intencional e implementada como alavanca para a reestruturação do pensamento pedagógico e didático dos professores que lecionam esta via de ensino.

Em consequência, o presente estudo deverá ser revelador da importância de uma adequada GCM, enquanto conjunto de decisões articuladas e planificadas pelo grupo de professores do curso, por forma a concretizar uma planificação coerente e a implementação ajustadas às orientações curriculares emanadas num determinado contexto.

Reconhecemos que um ensino de qualidade requer um sistema educacional sintonizado com os paradigmas educacionais e profissionais contemporâneos cada vez mais qualificados e exigentes.

Ressalvamos, no entanto, que atendendo ao contributo que o presente estudo possa constituir, continuamos a considerar a existência de um longo caminho a percorrer, no sentido de apoiar as decisões curriculares dos atores educativos, uma vez que perspetivamos o currículo e a avaliação campos de investigação em permanente construção sob a dependência de novos paradigmas e práticas.

Relembre-se que o presente estudo enquadra-se numa cultura em sala de aula, ao nível das situações-problema e do papel do professor como agente ativo na interpretação e planificação da GCM.

Os procedimentos metodológicos, inerentes ao presente estudo, desenvolveram-se de forma articulada com vista à construção do referencial de avaliação, como alavanca para uma adequada GCM à luz de referentes nacionais e internacionais para o desenvolvimento de competências. Os referentes teóricos resultantes derivaram da revisão da literatura em particular dos fundamentos teóricos do marco teórico EOS, que emanam orientações para uma GCM, promissora do desenvolvimento de competências nos alunos (Godino, 2011).

Torna-se evidente que procurámos desenhar um quadro teórico válido, fiável e coerente, que culminou na construção do referencial de avaliação que sustentou todo o processo avaliativo. Ao construirmos o referencial de avaliação reclamámos para a

avaliação uma metodologia suficientemente flexível, mas fiável, atendendo à diversidade de sub-dimensões integradas na dimensão ecológica, enfoque da presente avaliação. Este procedimento, como já havíamos referido, visou imprimir ao presente estudo validade externa tal como recomenda Yin (2010), num *Estudo de Caso* único.

O referencial de avaliação como o resultado de um processo de construção de um sistema de referências - a referencialização - foi por nós assumido como prática de avaliação num contexto educativo, tal como Figari (1996) a configurou, possibilitando-nos uma descrição coerente da realidade, embora não necessariamente uniforme, sendo o resultado de um crescimento em espiral, num processo contínuo de análise e reflexão da revisão da literatura. Deste modo, a referencialização, como metodologia utilizada na avaliação da GCM, constituiu o elemento central da sua eficiência, dado que subentendeu a construção de um quadro de referentes que antecederam à avaliação. Vislumbrou-se esta metodologia vantajosa, na medida em que tornou o processo avaliativo mais transparente, dada a sua incidência nas referências tidas como fundamentais e que foram consubstanciadas nos critérios sobre os quais se operacionalizou a avaliação, dando por isso credibilidade sustentada na exatidão e clarificação dos mesmos. A construção do instrumento de avaliação (referencial de avaliação) constituiu a concretização do objetivo 2, elencado para o presente estudo.

No seguimento, a operacionalização da avaliação da GCM fez-se em três momentos distintos (instituída, intencional e implementada), onde os dados empíricos recolhidos e a análise e discussão do seu significado, foram direcionadas para o entendimento da GCM nos CPIII, constituindo esta etapa a concretização do objetivo 3, definido para o presente estudo. A recolha dos dados empíricos relativos à GCM instituída, intencional e implementada e a sua apresentação compreenderam um conjunto de operações através das quais os dados empíricos foram sistematicamente confrontados com o referencial de avaliação

Assim, as conclusões, que a seguir se apresentam, fazem-se por referência a cada sub-dimensão, contempladas no referencial de avaliação e sobre as quais foram elencadas sub-questões de investigação, cujas respostas conduzirão à resposta à questão de investigação (ver Capítulo VI).

**Sub-questão de investigação (Q1)****São contempladas situações-problema de natureza de Modelação Matemática?**

No ensino profissional, planificar a GCM significa estruturar, de forma coerente, o processo ensino aprendizagem por forma a promover o desenvolvimento de competências inerentes ao perfil profissional do curso.

Neste contexto torna-se fundamental o professor ter um amplo conhecimento das diretrizes institucionais para o ensino da Matemática a cursos profissionais. Isto é, a autonomia atribuída ao professor na GCM vincula-se na existência de diretrizes curriculares que o orientam, possibilitando-lhe a seleção de metodologias em conformidade com o quadro regulador.

Nesta dinâmica, consideramos que, para se atender às orientações curriculares vigentes, é determinante olhar de perto a escola e sua organização interna, para se atender à relação ecológica - escola e vida.

A avaliação à GCM instituída consubstanciada no Programa da Componente de formação científica da disciplina de Matemática para os CPIII espelhou a supremacia que o referido documento orientador atribui à MM como metodologia estruturante no ensino de todos os módulos, assumindo uma importância significativa “(...) pelas ferramentas e estratégias a que se recorre e que constituem a base do processo de MM” (Ministério da Educação, 2004, p. 4). A MM, como eixo transversal a todos os módulos, decorre na sua bivalência “como metodologia de trabalho privilegiada na construção dos conceitos matemáticos como uma competência a desenvolver que é imprescindível para estudantes que vão enfrentar no seu trabalho profissional problemas concretos muito variados” (Ministério da Educação, 2004, p. 4). De acordo com a mesma fonte, a identificação, interpretação e manuseamento de modelos na resolução problemas constituem, no ensino profissional, o foco central no ensino da Matemática, ou seja, “a forma de trabalho natural para a construção de todos os conceitos e processos e para a demonstração do valor e uso das técnicas a eles associados” (Ministério da Educação, 2004, p.18).

Esta orientação metodológica, que enfatiza o recurso à MM, surge em conformidade com os referentes consultados, por exemplo, ICMI-ICIAM (2008) e COMAP (2010) que postulam que a identificação e entendimento de um fenómeno real, a análise, determinação e validação de modelos matemáticos para a resolução de problemas,

são procedimentos determinantes para o desenvolvimento de competências nos futuros profissionais da indústria. Além disso, é consentânea com a preocupação manifestada por entidades empregadoras no que se refere à necessidade de MM nos profissionais da indústria, pois coexistem, nos trabalhadores da indústria, dificuldades de transferência dos conhecimentos matemáticos escolares para a resolução de problemas no contexto de trabalho (ICMI-ICIAM, 2008).

A avaliação da GCM intencional e implementada dos seis professores participantes espelhou um incumprimento significativo desta orientação metodológica, verificando-se que os professores participantes privilegiaram situações-problema de natureza de aplicação matemática. De facto, das situações-problema objeto de avaliação, 55% foram consideradas de natureza de aplicação matemática, 17% cuja avaliação à sua natureza determinou não se tratarem de MM, 14% de natureza de MM e 14% de outra natureza (nem de MM nem de aplicação). Esta constatação parece deixar a descoberto a reduzida ênfase atribuída pelos professores participantes à MM como tema transversal a todos os módulos e/ou como competência a desenvolver nos alunos.

A reduzida expressividade, que os professores participantes atribuíram à MM, vem corroborar as dificuldades que os professores manifestam no uso desta metodologia de ensino (Monteiro & Júnior, 2001). Este facto parece ter determinado uma restrição, pela maioria dos professores participantes no estudo, à sequência teórica dos módulos através de exemplos, exercícios de consolidação e problemas de aplicação matemática expressos em manuais escolares do ensino regular. Em suma, apoiando-nos nas palavras dos autores citados, os professores, ao não recorrerem à MM ou fazendo-o de forma errónea, revelam dificuldades no desenho de situações-problema dessa natureza, ou têm uma interpretação errónea do ciclo, ou simplesmente revelam receio ao se depararem com situações embaraçosas.

De facto, a GCM dos professores participantes foi manifesta no recurso a modelos pré-elaborados como forma de lhes proporcionar maior segurança na condução da aula, onde cada professor adaptou as etapas de acordo com o que pretendia ver alcançado. Esta conclusão evidencia a ausência de procedimentos determinantes (identificação e entendimento de um fenómeno real, análise, construção e validação de modelos) para o desenvolvimento de competências num futuro profissional da indústria, que use o conhecimento científico como ferramenta no contexto de trabalho (ICMI-ICIAM, 2008).

Apoiando-nos nas palavras de Sebastião e Silva (1975), os professores envolvidos no estudo não assumiram o papel de “professores de matematização”, pois foi redutora a sua atuação no que concerne a habituar os alunos a reduzir situações concretas a modelos matemáticos ou vice-versa.

Confrontado com este incumprimento, o professor P1 referiu que “os meus alunos apresentam uma elevada renitência em relação à disciplina de Matemática, por este motivo acho que consigo motivá-los mais quando lhes apresento o modelo matemático para eles resolverem problemas”. Uma posição semelhante teve o professor P2, que referiu como justificação a indisciplina da turma perante atividades de investigação. Tanto o professor P3 como o professor P4 fundamentaram que propõem com mais frequência atividades de aplicação, uma vez que só assim os alunos se mostram mais recetivos e menos indisciplinados e dispersos. O professor P5 afirmou que “a MM não é uma prática corrente nas minhas aulas e quando as proponho os alunos mostram-se pouco autónomos e conseqüentemente mais dispersos, além disso, quando as proponho, tenho que fazer um acompanhamento muito próximo na obtenção do modelo”. Já o professor P6 referiu que “não recorro à MM, pois os meus alunos revelam muitas dificuldades, facto que os leva a desistirem facilmente perante atividades desta natureza”.

#### **Sub-questão de investigação (Q2)**

#### **É atendida a pertinência das situações-problema?**

O princípio de contextualização de uma situação-problema constitui na perspetiva da COMAP (2010), Matos, Blum, Houston e Carreira (2001) e Ponte (2005), Ollerton (1994) e Swetz e Hartzler (1991), o ponto de partida para a Gestão Curricular da Matemática. Este princípio fundamenta a pertinência de uma situação-problema, um aspeto avaliado no presente estudo e que surge sustentado no indicador que espelha a sua essência, isto é, para que uma situação-problema seja pertinente para um curso profissional, tem de ser alusiva a fenómenos extraídos do mundo real e das profissões do curso.

Da avaliação à GCM instituída extraiu-se que as orientações metodológicas expressas no Programa da disciplina de Matemática para os CPIII são consentâneas com os

referentes consultados, na medida em que apelam explicitamente para a importância da pertinência das situações-problema a propor, devendo estas ser alusivas a fenómenos extraídos do mundo real e das profissões, em particular associadas a cada curso profissional (Ministério da Educação, 2004). O documento orientador considera como ponto de partida que as situações-problema estejam relacionadas com os diferentes sectores de atividade profissional, constituindo o eixo central para a contextualização da Matemática no desempenho de uma profissão. Em articulação, as situações-problema de natureza de MM, consubstanciadas em fenómenos reais e profissionais, devem segundo o mesmo documento orientador constituir “propostas de trabalho relevantes e com significado para os estudantes dos diversos cursos” (Ministério da Educação, 2004, p. 5)

No respeitante à pertinência das situações-problema, propostas pelos professores participantes, a avaliação espelhou um incumprimento significativo desta diretriz enfatizada no Programa, uma vez que quinze, das vinte e cinco situações-problema avaliadas, não foram consideradas pertinentes para o respetivo curso profissional. Em consequência, o entendimento pelos alunos da importância da Matemática como parte integrante na intervenção do mundo real e profissional ficou severamente comprometido já que essas situações-problema não possibilitaram aprendizagens com significado contextual.

Tal incumprimento informa uma GC oposta do recomendado por Matos, Blum, Houston e Carreira (2001), Burak e Kluber (2007), a COMAP (2010), Ponte (1992a) e OCDE (2008), entre outros autores consultados, que postulam que o desenvolvimento de competências nos alunos deve ter em consideração o saber usar a Matemática na resolução de situações-problema em contexto real e profissional.

A GC da generalidade dos professores participante corrobora o entendimento proferido pela National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) quando considera que muitos docentes revelam incapacidade de apresentar a Matemática aplicada a situações laborais, ou seja, promovem uma GCM pouco utilitária, assíncrona com as aplicações industriais (NCTM, 2001).

Relembre-se que os professores P4 e P5 possuem uma formação complementar noutros domínios académicos além da Matemática, respetivamente licenciatura em tecnologias da informação e comunicação e mestrado em ciências da engenharia mecânica, que acreditávamos ser uma mais-valia na GCM em contexto industrial, facto que não se

espelhou nas situações-problema que estes professores apresentaram aos alunos, uma vez que o professor P4 das sete situações-problema que propôs, apenas duas foram consideradas pertinentes para o curso e o professor P5 das quatro situações-problema que apresentou, só uma situação-problema foi considerada pertinente para o curso profissional.

### Sub-questão de investigação (Q3)

**O grau de desafio e o grau de estrutura das situações-problema propostas são adequados?**

Allal (2004) e Ponte (2005), entre outros autores, consideram fundamental no desenho de uma situação-problema atender a duas dimensões: o *grau de desafio* e o *grau de estrutura*. As situações-problema de natureza de MM apresentam um grau de desafio elevado e uma estrutura aberta, uma vez que sublinham processos matemáticos tais como procurar regularidades, formular, testar, justificar, demonstrar conjecturas e generalizar. Acrescenta-se que a estrutura aberta caracteriza-se pela complexidade das condições iniciais que não são totalmente claras e precisas na fase inicial do seu processo, onde haverá lugar à estruturação do problema, através da formulação e validação de conjecturas, com a identificação e tradução, por meio de objetos matemáticos, os elementos essenciais da situação-problema.

Sobre este assunto, o Programa da disciplina de Matemática postula que o grau de estrutura adequado de uma situação-problema deve comportar uma estrutura aberta, fundamentando que só assim será dada a oportunidade ao aluno de desenvolver um trabalho autónomo no aprofundamento dos conceitos introduzidos no decurso dos trabalhos, ficando o aluno perante a possibilidade de formar a sua própria opinião, participando e tomando decisões autónomas e eficazes. Em consequência, a estrutura aberta implícita nas situações-problema de MM, expressa na concretização dos objetivos e no plano ou estratégia de resolução do problema, possui um grau de desafio elevado, determinado pela ausência de um método imediato de resolução (Ministério da Educação, 2004).

No respeitante à GCM intencional e implementada dos professores participantes no estudo, a avaliação deixou a descoberto a inadequação do grau de desafio e do grau de estrutura nas situações-problema cuja natureza não foi considerada de MM, subtraindo-se

que a dificuldade dos professores parece estar no desenho de situações-problema com um grau de estrutura aberta. A tendência invocou nessas situações-problema uma supremacia na estrutura fechada, fato impeditivo de o aluno, de forma autónoma, selecionar as estratégias e ferramentas matemáticas mais adequadas. Esta inadequação veio corroborar a avaliação que determinou não se tratarem de situações-problema de natureza de MM.

Decorrente do exposto, poderá inferir-se que ficou comprometido o desenvolvimento da autonomia do aluno, para a qual concorrem planos tão abrangentes como a seleção de estratégias e ferramentas mais adequadas. Exemplo desta percepção é facilmente constatada nas turmas objeto de visionamento. Efetivamente, aquando da observação das aulas, verificou-se que o constante nível de ruído tornou improdutivo qualquer trabalho autónomo, dado que a desconcentração constitui uma fraqueza adicional, que vem demonstrar que a renitência e a falta de empenho e persistência, por parte dos alunos, são fatores condicionantes.

Desta realidade parece legítimo pensar-se que a GCM no contexto profissional corre perigo de simplesmente se ajustar, orientando-se segundo as exigências comportamentais e atitudinais dos alunos. Esta realidade acarreta novos padrões de exigências que nos parecem ser permanentemente nivelados por baixo.

Consideramos que a disponibilidade para aceitar esta evidente alteração de padrões e estabelecer níveis de exigência claramente baixos tem repercussões fatídicas ao nível do futuro desempenho profissional, dado que o nível de exigência decorre no sentido inverso, quer motivado pela mecanização, quer pela globalização.

#### **Sub-questão de investigação (Q4)**

**O processo de Modelação Matemática segue um ciclo integral com o relevo adequado?**

A literatura da especialidade apresenta uma diversidade de interpretações do processo de MM recorrendo a um conjunto de etapas que podem ser repetidas sucessivamente até à obtenção do modelo representativo do fenómeno. Isto é, o ciclo de MM é considerado um processo dinâmico que envolve diversas etapas e por vezes ciclos (Matos, 1995).

Sobre este assunto, o Programa da disciplina de Matemática expressa que a MM só será plenamente atingida se “for possível trabalhar na sala de aula as diversas fases do



processo” (Ministério da Educação, 2004, p.6). Apesar do referido documento orientador não explicitar de forma esquemática as etapas do ciclo de MM, no decorrer do documento são proferidas orientações metodológicas para o desenvolvimento desse processo. Além disso, recomenda a consulta de uma brochura da autoria do grupo de trabalho T3-PORTUGAL, na qual consta uma esquematização das etapas a considerar no ciclo de MM (APM., 1999), similar às etapas consideradas no ciclo de modelação adotado no presente estudo.

O Programa da disciplina de Matemática enfatiza no ciclo de MM o uso de ferramentas que envolvam a compreensão de um fenómeno. Acrescenta o mesmo documento que o “ensino da Matemática participa, pelos princípios e métodos de trabalho praticados, na educação do jovem para a autonomia (...)” (p.2), recomendando que para isso se criem situações-problema que levem os alunos a realizar atividades matemáticas, “como explorar, procurar generalizações, fazer conjecturas e raciocinar logicamente, desenvolvendo o hábito de experimentar, encontrar generalizações e procurar o que há de invariante numa situação” (Ministério da Educação, 2004, p.5). Igualmente o referido documento orientador atende à adequação do plano de matematização, ao considerar que é relevante que os alunos liguem “aspectos diferentes (gráfico, numérico e algébrico) de um mesmo conceito ou de uma mesma situação” (Ministério da Educação, 2004, p.6).

Sucintamente, o Programa invoca o desenvolvimento, nos alunos, da “ capacidade de utilizar a Matemática na interpretação e intervenção na realidade” (Ministério da Educação, 2004, p.5), através da “análise de situações da vida real, com a identificação de modelos matemáticos que permitam a sua interpretação e resolução” (Ministério da Educação, 2004, p.5) ou “no estudo de funções (...) descrevendo e interpretando no contexto da situação” (Ministério da Educação, 2004, p.19).

No que diz respeito à GCM promovida pelos professores participantes no estudo, pôde apurar-se na GCM de todos eles o incumprimento do ciclo de MM na íntegra e com o relevo desejado. Deste incumprimento resultou os professores participantes não terem usado da oportunidade de desenvolver nos alunos as competências implícitas no processo de MM, por exemplo a resolução de problemas, o sentido crítico, a autonomia, o trabalho colaborativo e a comunicação.

Esta constatação, no nosso entender, pode ser reveladora de uma interpretação errónea do processo de MM pelos professores participantes, já que nenhum deles concretizou o ciclo de MM integralmente e com o relevo desejado.

Perante esta constatação uma questão se nos afigura – Será que um Programa fixado no ensino da Matemática para o desenvolvimento de competências tende a que os professores secundarizem o conhecimento em detrimento da aquisição de competências que o pragmatismo do mundo profissional valoriza? Ao secundarizarem o conhecimento, os professores não estão a limitar o desenvolvimento dessas competências?

A avaliação da GCM dos seis professores participantes, de acordo com os dados empíricos recolhidos, parece espelhar uma secundarização do conhecimento, facto que consideramos inviabilizar o desenvolvimento das competências necessárias ao desempenho eficaz de uma profissão no contexto industrial.

#### **Sub-questão de investigação (Q5, Q6, Q7 e Q8)**

**São contempladas conexões com outros conteúdos do Programa de Matemática para os CPIII?**

**São contempladas conexões com outras disciplinas que integram as componentes de formação da matriz curricular do CPIII?**

**São contempladas conexões com a componente de formação técnica do curso?**

**Que fatores de índole social, material, ou outro tipo, condicionam a abordagem das situações-problema e fundamentam a GCM?**

A avaliação da GCM instituída foi reveladora da ênfase que o Programa da disciplina de Matemática para os CPIII atribui às conexões intra-matemáticas, orientando para a “resolução de problemas não rotineiros com a ligação entre diversos conteúdos matemáticos” (Ministério da Educação, 2004, p.4), isto é, na concretização dos diferentes tipos de experiências, devem ser tidos em conta aspetos transversais da aprendizagem da matemática com a “integração de diferentes ideias matemáticas” (Ministério da Educação, 2004, p.5). Em suma, as conexões entre os diversos módulos são referidas no documento orientador como indispensáveis para que os alunos “possam ver que os temas são aspetos complementares de uma mesma realidade”, “possibilitando assim a ampliação e

consolidação de cada conceito, sempre que ele é reencontrado” (Ministério da Educação, 2004, p.9).

Enfatiza o mesmo documento orientador, com a mesma preponderância, o estabelecimento de conexões interdisciplinares, recomendando que as situações-problema devem atender a diferentes áreas profissionais, residindo essa essência no “estudo de situações reais direcionadas para cada curso” (Ministério da Educação, 2004, p.4). Considera que só assim, o aluno reconhecerá “a importância da Matemática noutras áreas” (Ministério da Educação, 2004, p. 4).

No respeitante à GCM intencional e implementada pelos professores participantes, a avaliação evidenciou uma apropriação superficial de uma GCM assente no desenvolvimento de competências essenciais nos futuros profissionais da indústria. Esta apropriação superficial foi justificada, pelos professores participantes no estudo, pela ausência de uma dinâmica colaborativa num trabalho promissor da interdisciplinaridade.

A ausência de trabalho colaborativo acarreta, assim, dificuldades na articulação e coordenação, em prol de um ensino contextualizado, uma vez que se constatou uma reduzida relação ao nível da ligação dos objetivos modulares no estudo das funções com os objetivos do curso, embora não tivesse sido uma prática de todo inexistente.

De facto, como argumentam Nunes e Ponte (2010), o desenvolvimento significativo das escolas fica comprometido pelo tipo de envolvimento e o modo como os professores trabalham.

Ficou ainda a descobrir, apesar das orientações expressas no Programa, que a planificação de conexões inter-disciplinares não é contemplada na ordem de trabalhos e, conseqüentemente, não é objeto de incentivo pela equipa formadora a que pertence cada professor participante, isto é, a avaliação à referida sub-dimensão denuncia a sua incipiente conceção, dado que não se apurou a promoção sistemática desta transversalidade. Em resultado desta constatação, tendo em conta o número significativamente reduzido de situações-problema onde foram promovidas tais conexões, é legítimo afirmarmos que a GCM, promovida pelos seis professores envolvidos, comprometeu, de forma significativa, o contributo da Matemática para o desenvolvimento das competências inerentes ao perfil profissional à saída do curso.

Apesar do Programa da disciplina de Matemática para os CPIII perspetivar a dinâmica colaborativa como um meio na procura de mais informação geradora de novo

conhecimento profissional, que tem consequências ao nível das ações de ensino, constatou-se que os seis professores participantes integram uma prática individual (significado pessoal). Sobre este assunto, os professores P1, P2 e P3 justificaram esta individualidade pelo facto de se atribuir maior importância à GCM no ensino regular na ordem dos trabalhos do seu grupo disciplinar ou por serem, por vezes, os únicos professores de Matemática na escola a lecionarem a cursos profissionais. O professor P2 referiu que “(...) ao nível do grupo disciplinar, reparei que os professores que não lecionam a disciplina a cursos profissionais revelam pouco interesse nos assuntos relativos à gestão curricular da Matemática a cursos profissionais”. A este respeito, o professor P5 proferiu que: “(...) há um trabalho de coordenação pedagógica e científica no grupo disciplinar de Matemática para a gestão curricular da Matemática no ensino regular, através de reuniões frequentes, o mesmo não acontece para a gestão curricular da Matemática a cursos profissionais”. O professor P4, por seu lado, referiu que “(...) a articulação intra e inter disciplinar no ensino profissional ainda revela uma notável fragilidade”.

Os seis professores participantes referiram ainda que, sendo a sua prática de cariz individual, os seus recursos didático-pedagógicos não são revistos pelo grupo disciplinar ou pela equipa formativa de cada curso, antes de os apresentarem aos alunos. Salvaguardam, no entanto, que todos esses recursos são colocados num dossier do curso (tradicional ou digital), estando, por isso, ao alcance de todos os restantes professores e diretores do curso.

Em jeito de síntese, embora sejam sobejamente conhecidas as vantagens do trabalho colaborativo e cooperativo entre professores, a avaliação mostrou que na prática o trabalho docente é realizado individualmente, isto é, a avaliação revelou um deficitário trabalho colaborativo que implicou a não promoção de uma efetiva coordenação e articulação curricular. De facto, esta constatação veio confirmar o que numerosos autores identificam como uma característica predominantemente individualista ainda muito enraizada na cultura profissional e organizacional das escolas.

Um elevado grau de interação profissional implicaria mais disponibilidade e empenho ao nível do departamento curricular no desenho de situações-problema multidisciplinares e direcionadas para cada componente de formação técnica. A GC de um professor de Matemática nos CP em consonância com os princípios que determinaram a

sua criação e as orientações curriculares normativas requer um trabalho colaborativo, de acompanhamento e avaliação, em auxílio do novo paradigma – o professor formador.

Esta constatação encontra-se na mesma linha da perspectiva da avaliação externa da escola A (professor P1 e P2) de 2007, onde se pode ler a esse respeito: “Insuficiente articulação e coordenação ao nível dos departamentos curriculares, que não permite o trabalho colaborativo, nomeadamente, no âmbito da interdisciplinaridade”. De igual modo, na avaliação externa de 2010 da escola C (professor P3) pode ler-se: “Não é realizada supervisão direta e sistemática da prática letiva”.

Perante o exposto, acreditamos que os professores ainda não atuam perante a necessidade de serem emancipatórios na sua ação, de tal forma que promovam uma GCM contextualizada a cada curso profissional.

No decurso da avaliação da sub-dimensão ‘dinâmicas da escola’, apercebemo-nos que, dentro do próprio contexto escolar, a GC nos CP deveria ter mais protagonismo, no sentido da reconcetualização do próprio currículo em particular da Matemática. Esta falácia impossibilita uma adequada GCM nos referidos cursos, nos quais o Programa da disciplina é assumido quase exclusivamente como documento redigido para o seu cumprimento legal.

Apurámos que, nos quatro contextos escolares onde lecionavam os seis professores participantes, não havia planificação efetiva da GCM, assente no trabalho colaborativo com a participação de todos os docentes das diversos componentes de formação do curso e de parcerias do tecido empresarial da comunidade em que a escola está inserida. De fato, os seis professores referem ou uma ausência de abordagem ou uma abordagem muito restrita no grupo disciplinar de Matemática à análise/interpretação das orientações curriculares emanadas nos normativos enquadradores da GC a CP, assim como a partilha de experiências e dificuldades.

Perspetivamos que o trabalho colaborativo é um dos aspetos a merecer particular cuidado pelas quatro escolas, já que constitui o fulcro de viragem, no caminho de uma GCM participada, por parte dos professores, responsáveis e implicados no ensino profissional, de forma a introduzir, no seio desta realidade, fatores de inovação, como resultado de um objetivo comum, com consciência crítica, num processo vantajosamente emancipatório.

A respeito dos fatores condicionantes de índole material (tecnologias), a avaliação instituída fez sobressair a relação explícita da MM com o uso das tecnologias. Deste modo, as orientações expressas no Programa premeiam a integração das tecnologias no ensino da Matemática como fundamental para o desenvolvimento de competências necessárias ao desempenho de uma profissão. Reforça o mesmo documento orientador que não é possível atingir os objetivos do Programa sem se recorrer à tecnologia adequada (Ministério da Educação, 2004).

No respeitante à avaliação da GCM intencional e implementada, pôde-se apurar uma forte correlação, patente na disponibilidade das tecnologias na escola, em particular na sala de aula, e a integração, pelos professores participantes, desses recursos na sua GCM. De fato, é espelhado na avaliação que, quando as tecnologias estão disponíveis na sala de aula, o professor mostra-se mais incitado a utilizá-las. Ressalvamos, porém, que esta relação direta não determina que a promoção da integração destes recursos seja efetivamente concretizada pelos professores, uma vez que se apurou que apenas dois dos seis professores promoveram o uso dessas ferramentas, tendo os restantes professores restringido a sua gestão ao uso da calculadora gráfica. Sintetizando, apurou-se que as tecnologias foram apenas utilizadas pelos professores P5 e P6 para promover as aprendizagens dos alunos em contexto de sala de aula.

As conclusões supra citadas a respeito dos fatores condicionantes de índole material, nomeadamente a integração das tecnologias, vieram corroborar o constatado por Cavanagh, (2005) e Oliveira e Domingos (2008), que referem em estudos que a realidade da sala de aula fica muito aquém das expectativas no que concerne à integração das tecnologias.

Sobre este assunto o Professor Jaime Carvalho e Silva, em entrevista publicada na revista *Correio da Educação* a 30 de janeiro de 2011, profere que, no caso da Matemática, as possibilidades de experimentação gráfica recorrendo às tecnologias são tantas que não se compreende como possam ainda existir alunos cujas oportunidades de contacto com essas ferramentas sejam diminutas.

Perante esta lacuna Goos e Bennison (2008), entre outros autores, debruçaram-se na procura e identificação dos fatores condicionantes que interferem na integração que o professor faz das tecnologias na gestão curricular, emergindo como aspeto mais

determinante o conhecimento do professor sobre essas ferramentas, facto que influencia significativamente a sua gestão curricular em sala de aula.

De facto, ao confrontarem-se os professores P1, P2, P3 e P4 sobre a integração restrita das tecnologias, todos apontaram como principal motivo a disponibilidade restrita dessas ferramentas nas salas onde lecionam. Os professores P1, P2 e P3 referiram ainda ter necessidade de ampliar os seus conhecimentos, para um domínio dessas ferramentas. Nesta linha de fundamentação, estão as conclusões dos trabalhos desenvolvidos por Angeli e Valanides (2009) que sugerem que os professores ainda não detêm conhecimentos suficientes e necessários para a incorporação sistemática destas ferramentas.

Outro elemento fulcral na compreensão da GCM a CPIII foi a formação contínua. A ideia de aprendizagem como processo formativo contínuo para o exercício da atividade docente apresenta-se no Programa da disciplina de Matemática para os CPIII, ancorada no trabalho colaborativo promissor da reflexão coletiva, análise e discussão conjunta de estratégias de atuação, isto é, a dimensão colaborativa surge no Programa claramente ancorada na ampliação do conhecimento profissional do professor e consequentemente à eficácia da GCM. Além disso, a formação contínua do professor aparece implícita quando no Programa se adenda que o professor deve dominar uma “diversidade de conhecimentos básicos de vários ramos do saber, para se garantir o estabelecimento de conexões (...) contemplando outras áreas” (Ministério da Educação, 2004, p.9), ou “exemplos de outras disciplinas que os estudantes frequentem” (Ministério da Educação, 2004, p.20).

Sobre este assunto, o questionário para caracterização dos professores participantes no estudo traduziu uma ausência de formação contínua no âmbito de temáticas inerentes na GCM nos cursos profissionais, lacuna que os seis professores justificaram pelo desconhecimento que têm da existência de formação neste âmbito.

Esta constatação encontra-se na mesma linha do proferido pelo Professor Jaime Carvalho e Silva em entrevista publicada na revista *Correio da Educação* a 30 de janeiro de 2011; “A formação contínua de professores, essencial para uma boa qualidade do sistema educativo, está muito aquém do desejável”, sendo uma das preocupações nos trabalhos do ICMI. Acrescenta o mesmo Professor que estudos internacionais põem a nu o facto de em Portugal a formação contínua de professores ser apenas um terço da média dos países da OCDE.

Acredita-se que esta ausência constitui uma profunda lacuna na valorização do papel do professor enquanto gestor curricular nesta via de ensino, devendo esta problemática, no nosso entender, merecer particular atenção pelo Ministério de Educação, a quem cabe a supervisão da formação contínua.

De facto, as conclusões proferidas anteriormente vêm confirmar a falta de formação dos professores de Matemática em contexto industrial (Cravino, 2003) e, em consequência, a incapacidade que muitos têm em apresentar a Matemática aplicada a situações laborais (NCTM, 2001).

Atendendo a esta realidade e ao facto do modelo pedagógico inerente aos cursos profissionais (estruturas modulares) não ser o aplicado na restante oferta educativa nas escolas secundárias, emerge uma preocupação quanto ao défice de informação ou formação dos professores. Destes fatores advém todo um conjunto de novos problemas e dificuldades que impelem os professores a operacionalizar a GCM a esta via de ensino à luz da sua experiência no ensino regular, o que conduz a uma GC díspar das orientações curriculares.

Esta perspetiva é corroborada, por exemplo, pelo professor P6:

(...) existem dificuldades para um docente na transição, em termos de adaptação, do ensino regular para o ensino profissional. Os objetivos são diferentes e o processo também. Esta situação é mais flagrante quando os docentes lecionam simultaneamente o ensino regular e o ensino profissional”.

Registou-se, no contexto da formação contínua dos seis professores, o interesse em fazer o levantamento das necessidades de formação manifestadas por cada professor (apêndice I questão P). Assim, o professor P1 manifestou necessidade de formação contínua “que foque aspetos motivacionais e afetivos relativamente à Matemática dos alunos dos cursos profissionais”; o professor P2, formação que aborde:

(...) as principais diferenças dos currículos da disciplina de Matemática para cursos profissionais relativamente aos outros currículos, estratégias para lidar com um público que, de uma forma geral, não se sente à-vontade nem motivado para a Matemática e que possui imensas lacunas quanto à aquisição de conhecimentos



inerentes à disciplina em anos anteriores, sugestões de atividades práticas para realizar com estes alunos (incluindo a experimentação das mesmas antes de as aplicar nas turmas) e demonstração de aparelhos/instrumentos possíveis de usar nas aulas para descoberta e/ou aplicação de conhecimentos matemáticos e que fomentem o interesse e motivação dos alunos, visto estes alunos revelarem maior capacidade de concentração e retenção de conhecimentos, quando se envolvem em atividades mais práticas.

O professor P3 referiu não sentir necessidade de formação no âmbito dos cursos profissionais, mas sim relativamente às tecnologias. O professor P4 manifestou a necessidade de “um intercâmbio de experiências e vivências para o desenho de situações-problema direcionadas para cada curso”. Já os professores P5 e P6 consideraram a necessidade de formação no âmbito de métodos, objetivos e ferramentas no ensino da Matemática para cursos profissionais e adaptação dos conteúdos ao perfil profissional do curso.

De acordo com a análise dos dados empíricos recolhidos, tornou-se evidente a necessidade de formação dos professores que conduza à contextualização da Matemática a cada curso profissional, no sentido de se promover uma aprendizagem mais significativa junto dos alunos.

Quanto aos recursos utilizados para a seleção das situações-problema, dado que nenhum professor procedeu ao seu desenho, verificou-se uma predominância no recurso a manuais escolares de Matemática do ensino regular, como fonte para a seleção das situações-problema propostas pelos seis professores. Esta prática curricular da Matemática, nestes cursos, à luz do ensino regular, constitui uma GCM com um desvio significativo das orientações curriculares e princípios que determinaram a filosofia para a criação dos cursos profissionais.

A complexidade da GC em cursos profissionais e a falta de atenção, que se tem dado à formação contínua de professores neste contexto, parecem levar a que muitos professores recorram quase exclusivamente ao manual escolar, parecendo esta postura ser originada pela deficiente ou ausência de conhecimentos das especificidades da componente de formação técnica do curso no qual estão a lecionar.

A complexidade desta realidade parece-nos desprezada por um vasto número de razões como o “desinteresse” dos alunos em lidar com a diversidade de situações-problema e o baixo nível cognitivo da generalidade dos alunos. Este discurso espelha, na opinião dos seis professores, a existência de uma imagem estigmatizada das vias profissionalizantes (Apêndice I questão Q). A este respeito, o professor P1 proferiu que:

(...) o estigma existe quer por parte da restante população estudantil dita ‘normal’ quer também pelo próprio corpo docente que não trabalha diretamente com estes alunos. A imagem, que os alunos têm, é de facilitismo, ideia por vezes incutida pelos professores que, atendendo a que muitos destes alunos já frequentaram com insucesso o ensino regular, os orientam para os cursos profissionais invocando o fato de ser mais fácil a conclusão do curso.

Na opinião do professor P2:

Existe uma ideia de facilitismo dos cursos profissionais comparativamente com o ensino regular. No entanto, é com agrado, que fui verificando que alguns alunos seguem a via dos cursos profissionais por quererem entrar no mercado de trabalho mais cedo e ter uma profissão técnica de que gostam e que exige esse curso.

Por sua vez, o professor P3 proferiu que:

Ano após ano, constato que grande parte dos alunos seguem as vias profissionalizantes, não por estarem interessados no curso em questão, mas por não gostarem de estudar, não possuírem hábitos de estudo e de trabalho, em suma, com um baixo rendimento escolar. Vão para um curso profissional porque acham que é mais fácil e que com menos esforço conseguem concluir o 12.º ano. Ao longo dos anos, tenho constatado que os alunos cada vez são menos empenhados. Verifica-se em alguns cursos profissionais algum abandono escolar, pelo que os diretores do curso, os diretores de turma e até os professores fazem todos os esforços na tentativa de os alunos concluírem com aproveitamento os módulos propostos para o curso. Estes alunos em termos financeiros têm benefícios que os do currículo normal não

têm e muitos deles desperdiçam-nos. Tendo em conta todo este quadro, é inevitável a imagem estigmatizada das vias profissionalizantes.

### QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO

**Em que medida a GCM, instituída, intencional e implementada nos CPIII contempla situações-problema, suscetíveis de promover o desenvolvimento de competências no aluno, relevantes para o seu desempenho profissional?**

Avaliar a GCM nos CPIII nos três momentos distintos (instituída, intencional e implementada), para se responder à questão de investigação constitui a concretização do objetivo 3 elencado para o presente estudo.

O Programa da disciplina de Matemática para os CPIII é um documento onde constam orientações metodológicas para a GCM para esta via de ensino, atendendo a um conjunto de aprendizagens/competências que os alunos devem desenvolver, em consonância com o perfil profissional à saída do curso profissional. A operacionalização da avaliação ao referido documento orientador, cuja data de publicação reporta ao ano 2004/2005, permitiu apurar a sua pertinência e atualidade, já que se estrutura segundo princípios orientadores consonantes com os referentes consultados (por exemplo COMAP, (2010) e ICMI-ICIAM (2008)). Premeia a gestão do currículo da Matemática em torno da autonomia e diferenciação, que a gestão flexível do currículo permite. Considera fundamental o desenvolvimento de um conjunto de competências orientadas para um sector de atividade, profissão ou família de profissões, em conformidade com os paradigmas da sociedade atual.

De acordo com os dados empíricos recolhidos, a GCM por competências, enfatizada nos normativos enquadradores do ensino profissional em Portugal em consonância com as orientações internacionais, encontraram, nesta investigação, pouca tradução na GC intencional e implementada pelos seis professores participantes no estudo. Este desvio resultou da ausência de articulação entre as diversas componentes de formação do curso profissional, visando uma metodologia proativa no desenho de situações-

problema promotoras de desenvolver, nos alunos, competências relevantes para o seu desempenho profissional.

As fragilidades constatadas, parecem emergir da ausência de trabalho colaborativo, que constitui um fator condicionante do desenvolvimento de uma articulação contextual e por conseguinte uma GCM promissora no desenvolvimento de competências nos futuros profissionais da indústria. De facto, foi visível na GCM dos professores participantes as consequências de um défice de formação contínua no âmbito dos CP, que resultou na apresentação aos alunos de situações-problema assíncronas com as especificidades do curso profissional, atendendo à escassez de conexões estabelecidas com a componente de formação técnica de cada curso.

Tais conclusões vieram corroborar o défice na qualidade de Educação Matemática nos profissionais da indústria (OCDE, 2008), a falta de formação dos professores em contexto industrial (Cravino, 2003) e a incapacidade que muitos docentes têm em apresentar a Matemática aplicada a situações laborais (NCTM, 2001), fatores condicionantes no desenvolvimento de competências inerentes ao perfil profissional de cada curso profissional.

A GCM dos professores participantes pareceu secundarizar o conhecimento em detrimento da aquisição de competências que o pragmatismo do mundo profissional valoriza. Contudo, de tal atuação emergiu um efeito contrário com a desvalorização pelos professores participantes da Modelação Matemática na sua bivalência como metodologia de ensino privilegiada na construção dos conceitos matemáticos, assim como uma competência imprescindível a desenvolver nos alunos para o seu desempenho profissional.

Esta desvalorização fatídica parece decorrer ancorada na perceção do nível cognitivo dos alunos que ingressam nesta via de ensino, facto que vem corroborar a existência de imagem estigmatizada associada ao ensino profissional.

Segundo as palavras do professor P4 é necessário e urgente repensar-se a GCM nos CP, “(...) é necessário incentivar-se a cultura de reflexão e o trabalho colaborativo entre professores, para a procura de soluções curriculares flexíveis e adequadas a cada contexto que define cada curso profissional.”

De facto, a GCM dos professores envolvidos na investigação ainda não espelha um conhecimento consistente e desejável na contextualização do currículo da Matemática a cada curso profissional.

Neste *continuum*, entendemos que uma adequada GCM a CP deverá ser o resultado das decisões curriculares, em conformidade com as especificidades de cada contexto, num ato de renovação pedagógica, produzido pela dinâmica de cada escola, numa perspectiva emancipatória, reflexiva e crítica sob pena de não se caminhar no sentido da autonomia conquistada. Só deste modo se traduzirá a MM numa metodologia de ensino e aprendizagem assente na conjugação da resolução de problemas reais e profissionais, ou seja, como prática de sala de aula promissora de aprendizagens matemáticas significativas, e conseqüentemente, promotora de um ambiente propício a uma aprendizagem ativa pelos alunos na procura e discussão sistemática de soluções.

Para um desenvolvimento pleno das competências intrínsecas à MM, consideramos ser fulcral que o professor tenha um domínio desta metodologia e um conhecimento abrangente dos diversos temas matemáticos, assim como das temáticas abordadas nas disciplinas das várias componentes de formação do curso para uma efetiva promoção das conexões intra-matemáticas e interdisciplinares, com ênfase na componente de formação técnica do curso, tal como orienta o Programa. Esta será a forma mais promissora de desenvolver novas práticas pedagógicas, atendendo às especificidades do contexto. Na verdade, uma GCM adequada aspira a dinâmicas escolares que promovam aprendizagens significativas, de acordo com finalidades e intencionalidades coerentes, que advêm da compreensão mais abrangente, aberta e flexível do currículo.

A apropriação do currículo numa perspectiva emancipatória exige uma atitude reflexiva e participada por parte do professor capaz de lhe suscitar uma visão diferente da realidade e por conseguinte que o conduza à prática de inovação. Neste sentido a mutabilidade necessária num ato emancipatório poderá passar pela avaliação como forma de supervisão pedagógica e reconceptualização do currículo.

Para finalizar, consideramos que a utilização do referencial de avaliação, na sua ambivalência, de instrumento de avaliação e guia de orientação no desenho de situações-problemas que apresentamos em apêndice, constitui a transformação do real, tal como perspectiva Barbier (1996).

Julgamos, assim, perante tudo o que expusemos, termos caminhado no sentido da inovação curricular, materializada na avaliação da GCM nos CPIII do ensino secundário em Portugal e no desenho das sete situações-problema de natureza de Modelação Matemática para o estudo de funções diversas, com enfoque na componente de formação

técnica de diversos cursos profissionais de nível III, e que apresentamos em pormenor em apêndice XIV.

## 9.2. Limitações do estudo. Propostas para futuras investigações.

O presente estudo não é isento de limitações, destacando-se desde logo o fator temporal, na medida em que a recolha dos dados empíricos inerentes à GCM intencional e implementada esteve condicionada a um único ano letivo, e ao momento em que cada professor participante lecionou os módulos relativos às funções. Este condicionalismo não permitiu replicar a recolha dos dados empíricos a período mais alargado.

Outra limitação pode ser imputada ao presente estudo - a abrangência, dado que a avaliação à GCM foi intencionalmente restrita ao nível da análise da adequação didática focalizada na dimensão ecológica, atendendo ao aprofundamento que se pretendeu imprimir ao estudo e à natureza da questão de investigação.

Relembre-se, como já fora mencionado no capítulo V, Godino e seus colaboradores propõem cinco níveis para a análise didática de um processo de ensino e aprendizagem, a saber: (1) análise das situações-problema e sistemas de práticas; (2) elaboração de configurações de objetos e processos matemáticos; (3) análise das trajetórias e interações didáticas; (4) identificação de normas e metanormas; e (5) avaliação da adequação didática de um processo de estudo. Assim, uma extensão e enriquecimento do presente estudo seria a procura de respostas à questão de investigação, segundo os outros níveis de análise didática supracitados, além do nível tratado no presente estudo (adequação didática de um processo de estudo) e a incorporação de outras dimensões, dado que, a adequação didática de um processo de ensino e aprendizagem, dado o seu carácter sistémico, além da dimensão ecológica tratada no presente estudo, supõe a articulação de outras adequações parciais: epistémica, cognitiva, mediacional, emocional e interacional.

Pelo exposto, assume-se, aqui, que o presente estudo é uma ínfima parte da avaliação de um processo ensino aprendizagem, atendendo aos diversos níveis de análise e dimensões implicadas num processo ensino e aprendizagem.

Outra limitação do estudo prende-se com a sua representatividade, já que o mesmo se desenvolveu com a participação de um número restrito de professores (seis professores). Esta restrição fundamenta-se no propósito de desenvolver uma compreensão profunda do

objeto em estudo. De qualquer modo, não foi nosso intento emitir quaisquer conclusões generalizáveis e perentórias, pelo que não é plausível a extrapolação dos resultados para outros contextos, como é característico de um Estudo de Caso.

Apesar das limitações referidas, empreendeu-se um estudo de natureza qualitativa, sustentada numa abordagem interpretativa e avaliativa, que espelhasse a GCM em CPIII. Suportámos a avaliação no referencial de avaliação construído para conferir legitimidade metodológica e validade externa ao estudo. Ressalvamos, no entanto, que não se pretendeu imprimir ao referencial o carácter normativo e estanque mas, antes, o produto da referencialização em permanente construção.

Mais do que anunciar soluções, pretendeu-se problematizar uma realidade presente nas escolas secundárias portuguesas, podendo o presente estudo constituir o ponto de partida para estudos futuros.

Das limitações, identificadas no decurso do presente estudo, emergem propostas para investigações futuras. Assim, a avaliação da GCM, em particular no estudo de funções segundo outras dimensões contempladas no marco teórico Enfoque Ontosemiótico do ensino e aprendizagem da Matemática, constitui uma das propostas, ou seja, a incorporação de outros níveis de análise didática e outras dimensões, que não foram atendidas no presente estudo.

Embora a MM tenha tido uma história evolutiva, o mesmo não poderá ser dito relativamente à história da sua aplicabilidade na GCM do ensino secundário em Portugal. Face a isto, consideramos que as situações-problema de natureza de MM que se apresentam em apêndice (apêndices XIV a XXIX) para o estudo de funções diversas, cuja essência cumpre os critérios contemplados no referencial de avaliação de suporte ao presente estudo, com enfoque na *interface* entre a Matemática e a Indústria, possam ser objeto de futuras investigações, com a implementação das referidas situações-problema em sala de aula. Considera-se que esse estudo poderá ser revelador do modo como os professores as concretizam, isso é, sugere-se que o estudo seja realizado no contexto de concretização das referidas situações, pressupondo-se a observação de aulas cujos resultados poderão concorrer para reformulações enriquecedoras das referidas situações-problema. Esta via constituiria o modo de avaliar por exemplo: (1) como são as situações-problema transpostas para as práticas de sala de aula; (2) a exequibilidade das situações-problema; (3) a formação necessária para que os professores implementem as referidas

situações-problema; (4) os recursos didáticos a ser construídos para apoiar os professores e (5) os impactos produzidos no desenvolvimento de competências dos alunos para a formação de um perfil profissional.

As situações-problema que se apresentam, contrariam um formato de questões que outrora se iniciavam por *determine, simplifique, calcule*. As situações-problema geradoras dos projetos constituem o princípio de um percurso onde acontece a MM para a consequente resolução de problemas em cada contexto. Ressalva-se o fato do cálculo ser indispensável, contudo, com um adequado aprofundamento, por forma a potenciar a aquisição de conceitos que abrem caminho para a resolução de problemas.

Na sociedade atual estreitou-se a relação entre o ensino e o contexto profissional, pois, vivendo-se na era do conhecimento, o acesso a um nível crescente de informação contribui significativamente para maximizar a produtividade.

A situação-problema geradora do projeto 1 (Qualidade de um aspersor de rega) destina-se à Família de Profissões dos cursos de Manutenção industrial ou Manutenção industrial e eletromecânica e é a constante na explicitação do referencial de avaliação explanado no capítulo da metodologia. A sua consecução visa o estudo da função quadrática enquadrada no contexto da análise da *qualidade de um aspersor de rega de impacto agrícola*.

Acreditamos que numa intervenção para a mudança é possível fazer um trabalho de inovação curricular, através do desenho de projetos coerentes, com a consequente reflexão sobre a sua implementação, como uma atividade de investigação futura.

Foi a partir do perspectivado por Perrenoud (2002) que se estruturaram as propostas sob a forma de projectos, pois, segundo o autor, são susceptíveis de desenvolver competências nos alunos e são vistos como uma forma de envolver os vários atores educativos nos processos de trabalho e nas tomadas de decisão.

Surgem na literatura vários entendimentos ancorados no termo “projeto”, que convergem para a ideia nuclear que lhe está subjacente - *antecipação intencional do futuro ou o resultado de um conjunto de decisões articuladas e fundamentadas que permitirão concretizar um determinado curso de ação “iluminado” por certas hipóteses e/ou propósitos* (Vilar,1993, p.27).

No entendimento de Cortesão et al (2002) um projeto caracteriza-se por ser um estudo em profundidade, um plano de ação sobre uma situação, problema ou tema que



envolve uma articulação entre intenções e ações, entre teoria e prática, organizado sob a forma de um plano que estrutura essas ações e reconhece a importância do envolvimento dos alunos e dos professores no processo de construção de saberes significativos e funcionais.

Acrescenta Barbier (1996) que um projeto abrange:

Conteúdos extremamente variáveis, pois é utilizado para designar tanto uma conceção geral de educação (projeto educativo) como um dispositivo específico de formação (um projeto de formação propriamente dito) ou ainda uma determinada démarche de aprendizagem (a pedagogia de projeto). (p.20)

Por seu turno, Varela de Freitas (1997) advoga que um projeto escolar contempla uma atividade (tarefa ou conjunto de tarefas), realizada por alunos ou por professores ou por ambos, na procura de respostas a uma interrogação, curiosidade ou expressão de um problema. Acrescenta, ainda, que um projeto deve ser entendido como um *processo* (enquanto se realiza) e um *produto* (depois de concretizado), pressupondo uma planificação minuciosa no sentido de se alcançarem os objetivos pré-definidos.

A respeito da conceptualização de projeto, a literatura da especialidade não parece apresentar uma distinção clara entre projeto e investigação, incorrendo num forte paralelismo entre a ideia de investigação e a ideia de projeto, perspectiva que partilhamos. Num projeto, que pode ser mais longo ou menos longo, mais ou menos ambicioso, um professor ou um grupo de professores identifica um objetivo ou objetivos comuns planificando atividades para alcançá-los. Em ambos os casos, os atores intervenientes são os protagonistas essenciais do processo, coexistindo na perspectiva de uma forte demanda entre conceção e a sua execução.

Sintetizando, perspectiva-se aqui que qualquer que seja a natureza do projeto, ele desenvolve-se segundo uma intervenção construtiva tanto a nível educativo como social. Neste sentido desenhar um projeto pressupõe a ancoragem a uma metodologia que contempla o trabalho colaborativo entre os vários agentes educativos num dado contexto. Esta parceria pressupõe uma atitude reflexiva sobre as práticas educativas contempladas num currículo, coerente e articulado com os valores educativos que orientam o sistema educativo e atendem às características particulares de cada contexto.

Em particular, e do ponto de vista pedagógico, procurou-se com o desenho dos sete projetos que têm como suporte situações-problema de natureza de MM substitui a tradicional ênfase no professor pela ênfase no aluno enquanto elemento autónomo na condução da sua aprendizagem. A estrutura de cada situação-problema, geradora de cada projeto, procura atender ao perfil profissional à saída do curso, ao plano de estudos em particular as especificidades da componente de formação técnica de cada curso e a aprendizagem e consolidação de conceitos matemáticos com a integração de uma diversidade de tecnologias. Recomenda-se sempre que possível que a recolha dos dados inerentes a cada projeto seja realizada pelos alunos, individualmente ou em grupo e os conteúdos matemáticos abordados na implementação do processo de MM tenham aplicações nas mais diversas situações reais e profissionais, contribuindo desta forma para a sua assimilação e/ou consolidação.

A essência de cada situação-problema reside nas conexões da Matemática com a Indústria (diversas áreas profissionais), uma vez que perspetivamos que a eficácia do ensino profissional e a consequente capacidade de responder aos problemas reais e profissionais deve passar pelo envolvimento das escolas, para se criarem condições para uma formação integral e com significado. Isto é, o ensino da Matemática deve ser vinculado ao meio real e profissional, fato que pressupõe uma estreita ligação entre as orientações curriculares e a formação de novos perfis profissionais.

Este procedimento constitui, no nosso entender, uma alternativa pedagógica na gestão curricular do professor, pois é potenciadora de promover no aluno motivação, o desenvolvimento do raciocínio, a capacidade de trabalho cooperativo e colaborativo na resolução de problemas reais e profissionais e, dessa forma, contribuir para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática e consequente desenvolvimento de competências.

No seguimento, a pertinência dos projetos, que se propõem, só foi possível através de parcerias que estabelecemos com vários sectores industriais (como recomenda a literatura e em particular o Programa de Matemática para os Cursos Profissionais), permitindo a ampliação de conhecimentos sobre as especificidades de cada sector industrial. Assim, em particular, a pertinência de cada situação-problema ao contexto real e profissional foi o resultado da estreita ligação que se estabeleceu com os diversos setores industriais, relação essa que nos permitiu ampliar o conhecimento das especificidades de cada setor industrial, para, a partir daí, desenharmos a situação-problema de acordo com as

circunstâncias particulares dos alunos, a faixa etária, os conteúdos a abordar e a componente de formação técnica do curso a que se destina.

Perspetivamos, deste modo, que o desenho de situações-problema de natureza de MM exige tempo e uma atitude investigativa por parte do professor, determinando essa postura a sua participação no processo de construção do currículo. Salvaguardamos, no entanto, que uma situação-problema, por si só, pode não gerar uma atividade de MM, devendo o professor assumir uma atitude flexível e reflexiva durante a sua implementação em sala de aula para, a partir daí, descortinar toda a teia de possíveis condicionalismos inerentes.



---

---

## **Referências Bibliográficas**



A

- Achtenhagen, F., & Grubb, N. W. (2001). Vocational and occupational education: Pedagogical complexity, institutional diversity. In R. (Ed.), *Handbook of research on teaching*. Washington, DC: AERA. pp. 604-639.
- Afonso, Almerindo Janela, (1999). *Políticas Educativas e Avaliação Educacional*. Braga: Universidade do Minho.
- Alaiz, V., Góis, E. & Gonçalves, C. (2003). *Auto-Avaliação de Escolas*. Porto: Edições ASA.
- Alarcão, I. (2001a). *Escola Reflexiva e Nova Racionalidade*. Porto Alegre: Artmed Editora.
- Alarcão, I. (2001b). Professor-investigador: Que sentido? Que formação? In B. P. (Ed.), *Formação profissional de professores no ensino superior*. Porto: Porto Editora. Vol. I, pp. 21-31.
- Albarracín, D., Johnson, B. T., Zanna, M. P., & Kumkale, G. T. (2005). Attitudes: Introduction and scope. In D. Albarracín, B. T. Johnson, & B. T. (Eds.), *The handbook of attitudes*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. pp. 3-21.
- Allal, L. (2004). Aquisição e avaliação das competências em situação escolar. In J. Dolz, & E. Ollagnier, *O Enigma da Competência em Educação*. Porto Alegre: Artmed. pp. 79-96.
- Almeida, L. & Freire, T. (2000). *Metodologia da Investigação em Psicologia e Educação*. Braga: Psiquilíbrios.
- Almeida, L. S., & Balão, S. G. (1996). Treino cognitivo de alunos com dificuldades na aprendizagem: Reflexões em torno de uma experiência no 5.º ano. *Revista Portuguesa de Educação* 9(2), pp. 29-41.
- Alves, M. (2001). *O papel do pensamento do professor nas suas práticas de avaliação*. Braga: Universidade do Minho. (Tese de doutoramento, policopiada).
- Alves, M. (2004). *Currículo e Avaliação: Uma perspetiva integrada*. Porto: Porto Editora.
- Alves, M., & Machado, E. (2008). *Avaliação com sentidos(s). Contributos e Questionamentos*. Santo Tirso: De facto Editores.
- Alves, M., Estêvão, C. V., & Morgado, J. C. (2006). Desenvolver e avaliar competências na escola: Metanarrativas de legitimação em confronto. In G. Figari, P. Rodrigues, M. P. Alves, & P. V. (Eds./Orgs.), *Évaluation des compétences et apprentissages experienciais: savoirs, modèles e métodos*. Lisboa: Educa. Lisboa: Educa. pp. 91-101.

- AMTE (2008). *The Association of Mathematics Teacher Educators (AMTE)*. Acedido a em 21 de Maio de 2010 em [http://www.amte.net/AMTE\\_legacy/conf\\_index\\_2009.shtml](http://www.amte.net/AMTE_legacy/conf_index_2009.shtml)
- Anderson, J. R., & Schunn, C. D. (2000). Implications of the ACT-R learning theory: No magic bullets. In R. G. (Ed.), *Advances in instructional psychology, Vol. 5, educational design and cognitive science*. London: Lawrence Erlbaum.
- Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: advances in technological pedagogical content knowledge. *Computers & Education*, 52, 154-168.
- Antonacopoulou, E. J., Andersen, V., Elkjaer, B., & Hoyrup, S. (2005). *Learning, working and living: Mapping the terrain of working life learning*. Basingstoke: Palgrave.
- Antunes, F. (2004). Globalização, europeização e especificidade educativa portuguesa: A estruturação global de uma inovação nacional. *Revista Critica das Ciências Sociais*, 70, 101-125.
- Antunes, M. (2010). *Ensino profissional já absorve metade dos alunos*. Acedido a 2 de Dezembro de 2010, em Expressoemprego.pt: <http://mind-upgrade.webnode.pt/news/ensino-profissional-ja-absorve-metade-dos-alunos/>
- APM (1988). *Renovação do currículo de Matemática*. Lisboa: APM.
- APM (1999). GRUPO DE TRABALHO T3-PORTUGAL. *Modelação no Ensino da Matemática - Calculadora, CBL e CBR*. Lisboa: APM.
- Association of Mathematics Educators-Mantesh (2010). *Mathematical Applications and modelling*. Berienderfeet Kaur, Jaguthsing Dindyal Editors.
- Ausubel, D. (2000). *Aquisição e retenção de conhecimentos. Uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Azevedo, A. (2000). *O Ensino Secundário na Europa – o neoprofissionalismo e o sistema educativo mundial*. Porto: Edições ASA.
- Azevedo, J. (2004). *Que estratégias para o ensino tecnológico e profissional em Portugal*. Lisboa: Sedes.

## B

---

- Baartman, L., & Bruijn, E. (2011). Integrating knowledge, skills and attitudes: Conceptualising learning processes towards vocational competence. *Educational Research Review*. pp. 125-134.
- Ball, D. (2000). Working on the inside: Using one's own practice as a site for studying teaching and learning. In A. E. Kelly, R. A. Lesh, & (Eds.), *Handbook of*



- Research Design Mathematics and Science Education*. London: Lawrence Erlbaum. (pp. 365-402).
- Barbier, J. (1990). *A Avaliação em Formação*. Porto: Edições Afrontamento.
- Bassanezi, R. (1997). *Modelagem Matemática*. Blumenau: Dynamis.
- Bassanezi, R. (2002). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. São Paulo : Contexto.
- Bauchamp, G. (1981). *Curriculum theory*. Itasca, Illionis. F.E. Peacock Publishers.
- Berliner, D. C. (1995). The nature of experience in teaching. In F. K. Oser, A. Dick, & J. L. (Eds.), *Effective and responsible teaching: The new synthesis*. São Francisco, CA: Jossey-Bass. pp. 227-248.
- Biembengut, M. (1999). *Modelagem Matemática & Implicações no ensino-aprendizagem de Matemática*. Blumenau: Ed. da FURB.
- Biembengut, M., & Hein, N. (2007). Modelling in Engineering: Advantages and Difficulties. In *International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Application, 12*. Londres: Horwood Publishing. pp. 415-423.
- Billett, S. (2001) *Learning through work: workplace affordances and individual engagement*, Journal of Workplace Learning, Vol. 13 Iss: 5. pp. 209 - 214
- Billett, S., Harteis, C., & Eteläpelto, E. (2008). *Emerging perspectives of workplace learning*. Rotterdam: Sense.
- Bloor, D. (1983). *Wittgenstein. A social theory of knowledge*. London: The Macmillan Press.
- Blum , W., Niss, M. & Hunthey, I. (eds.) (1990). *Theaching Mathematical Modelling and Applications*. Horwood: Chichester.
- Blum, W. & Niss, M. (1991). *Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects - state, trends and issues in mathematics instruction*. Educational Studies in Mathematics 22:. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. pp. 37-68.
- Boavida, A.M. & Matos, J. M. (1993). *Um olhar para o espelho: Emergência de um campo de reflexão sobre a Educação Matemática*. Quadrante.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação (Alvarez, Maria João & Santos, Sara Bahia dos, Trad.)*. Porto : Porto Editora.
- Boreham, N., Samurçay, R., & Fischer, M. (2002). *Work process knowledge*. London: Routledge.
- Borg, W., Gall, J. & Gall, M. (1996). *Educational research: An introduction*. New York: Longman Publishers USA.

- Boshuizen, H. P. A. (2003). *Expertise development: The transition between school and work. Inaugural address. Heerlen*. The Netherlands: Open Universiteit.
- Brockmann, M., Clarke, L., Méhaut, P., & Winch, C. (2008). Competence-based vocational education and training (VET): The cases of England and France in a European Perspective . *Vocations and Learning*. pp. 227-244.
- Bronckart, J. P., & Dolz, J. (2004). A noção de competência: A sua pertinência para o estudo da aprendizagem das acções de linguagem. In J. Dolz, & E. Ollagnier, *O Enigma da Competência em Educação*. Porto Alegre: Artmed. pp. 29-46.
- Burak, D., & Kluber, T. (2007). Modelaje Matemático en la Educación Básica: trayectoria de una concepción. In *5th Mathematics & Design International Conference M&D 2007*. Blumenau. pp. 1-10.

## C

- Canhão A, Gonçalves, A. & Marreiros, F. (1999). *Perfis profissionais. Currículos modulares*. Policopiado.
- Cardim, J. (1999). *O Sistema de Formação Profissional em Portugal*. Luxemburgo: Cedefop.
- Carr, A. (1989). Teaching Mathematical Modelling. In D. Blane, & M. E. (Eds.), *Mathematical modelling for the senior years* Parkville: The Mathematical Association of Victoria. pp. 66-71.
- Carreira, S. (1993). *A aprendizagem da Trigonometria num contexto de aplicações e modelação com recurso à folha de Cálculo*. Coleção Teses . Lisboa: APM.
- Carrilho, A. (1990). *Desenvolvimento Curricular*. Lisboa: Texto Editora.
- Casanova, M. A. (1999). *Manual de Evaluación Educativa*. Madrid: La Murallha.
- Cavanagh, M. (2005). Working mathematically: the role of graphics calculators. In M. Coupland, J. Anderson & T. Spencer (Eds.), *Making mathematics vital* (pp. 80-86). Adelaide: AAMT.
- CESO I&D Dois (2004). *Estudo nacional de avaliação da eficácia comparada do subsistema de ensino profissional*. Lisboa: DGFV.
- Chapman, O. (1997). Metaphors in the teaching of mathematical problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 32(3) , pp. 201-228.
- Chelimsky, L. (1997). The coming transformations in evaluation. In E. C. (Eds), *Evaluation for the 21st century*. Thousand Oaks. California: Sage Publishers.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63 , pp.1-49.

- Christiansen, B., & Walther, G. (1986). Task and activity. In B. Christiansen, A. G. Howson, & M. O. (Eds.), *Perspectives on mathematics education*. Dordrecht: Reidel. pp. 243-307.
- Cobb, P., Bauersfeld, H., & (Eds.). (1995). *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures*. Hillsdale, N.Y.: Lawrence Erlbaum A. P. . Hillsdale, N.Y.: Lawrence Erlbaum A. P.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison K. (2000). *Research Methods in Education*. London: Routledge.
- Colley, H., James, D., Tedder, M., & Diment, K. (2003). Learning as becoming in vocational education and training: Class, gender and the role of vocational habitus. *Journal of Vocational Education & Training*, 55, pp. 471-498.
- COMAP (2010). *Mathematics: Modeling Our World (MMOW)*. Acedido a 10 de Janeiro de 2011 em <http://www.comap.com/>
- Comissão Europeia (2002). *Educação e Formação na Europa: Sistemas Diferentes, Objectivos Comuns para 2010*. Luxemburgo: Serviço das publicações Oficiais das Comunidades Europeias.
- Cortesão, L. et al. (2002). *Trabalhar por Projeto em Educação: Uma inovação interessante?* Portugal: Porto Editora.
- Costa, R. (2008). Um longo caminho a percorrer. Ensino profissional . *A página da Educação*, 17, p. 180.
- Coutinho & Chaves (2002). O estudo de caso na investigação em Tecnologia Educativa em Portugal. *Revista Portuguesa de Educação*, 15(1). CIED - Universidade do Minho. pp. 221-244.
- Cravino, J. (2003). The teaching of introductory Physics courses in the Portuguese public universities. Paper presented at the International Conference “Teaching and Learning in Higher education: new trends and innovations”. *Teaching and Learning in Higher education: new trends and innovations*.
- Cronbach, L. (1982). *Designing Evaluations of Educational & Social Programs*. San Francisco: Jossey-Bass. . San Francisco: Jossey-Bass.

## D

---

- D'Ambrosio, U. (1986). *Da realidade à acção: reflexões sobre educação e matemática*. São Paulo: Summus.
- D'Amore, B., Font, V., & Godino, J. D. (2007). La dimensión metadidáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Paradigma*, v.XXVIII, n.2, pp. 49-77.
- D'Amore, B., Godino, J. D., Arrigo, G., & Fandiño, M. I. (2003). *Competenze in matematica*. Bologna: Pitagora.

- D'Ávila, D. (1 de Março de 2010). *Ensino Profissional em Portugal. O Militante*. Acedido a 6 de 07 de 2011 em <http://marciacsilva.wordpress.com/2010/03/28/ensino-profissional-em-portugal/>
- Dantas, J. F. (1996). *Estudo de actividades de construção de modelos matemáticos, no âmbito das funções, recorrendo ao SCA (DERIVE)*. Dissertação de Mestrado não publicada. . Braga: Universidade do Minho.
- Del Prette, Z. A., & Del Prette, A. (2008). Um sistema de categorias de Habilidades Sociais Educativas. *Paidéia* 18(41) , pp. 517-530.
- Dewey, J. (1902). *A Escola e a Sociedade e a Criança e o Currículo*. Lisboa: Relógio d'Água.
- Diário da República (2005). *Diário da República—I SÉRIE-B N.o 185—26 de Setembro de 2005*. Acedido a 2 de Julho de 2010, em <http://dre.pt/pdfgratis/2005/09/185B00.pdf>
- Diário da República (2006). *Diário da República, 1.a série—N.o 226—23 de Novembro de 2006*. Acedido a 7 de Abril de 2011, em [http://www.espr.edu.pt/docs/prof\\_tecn\\_mecatronica\\_auto\\_disc.pdf](http://www.espr.edu.pt/docs/prof_tecn_mecatronica_auto_disc.pdf)
- Domingos, A. (1994). *Materiais para a aula de matemática. Funções e modelação*. Lisboa: Projecto Pólya, Secção Ciências da Educação da FCT/UNL.

## E

---

- Educators, A. (2010). *Mathematical Applications and modelling*. Berienderfeet Kaur, Jaguthsing Dindyal Editors.
- Edwards, D., & Hamson, M. (1990). *Guide to Mathematical Modeling*. Boca Raton: CRC Press.
- Eisner, E. W., & Vallance, E. (2010). *Conflicting conceptions of curriculum*. Universidade de Michigan: McCutchan Pub. Corp.
- Ellström, P. E. (1998). The many meanings of occupational competence and qualification. In W. J. Nijhof, & J. N. (Eds.), *Key qualifications in work and education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Engeström, Y. (2008). *From teams to knots: Activity-theoretical studies of collaboration and learning at work*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Erasmus, P. (2010). *Skills for the Future. Education and Culture DG Lifelong Learning Programme*. Acedido a 2 de Julho de 2011 em <http://www.gestaototal.com/pdfs/Test%20For%20The%20Best%20-%20Regulamento%20-%20Portugal.pdf> (Acessível a 12 de Novembro 2010)

- Eraut, M. (2003). *Transfer of knowledge between education and the workplace*. Heerlen, The Netherlands: Paper presented at the Open Universiteit Nederland, at the inaugural address of H.P.A. Boshuizen.
- Escudero, T. (2003). *Desde los testes hasta investigación evaluativa actual. Um siglo, el XX, de intenso desarrollo de la evaluación en education*. Acedido a 3 de Abril de 2010, de Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, v. 9, nº. 1: <http://www.uv.es/>
- Estrela, A. Rodrigues, P. (1995). *Para uma Fundamentação da Avaliação em Educação*, Lisboa: Edições Colibri.
- Eurydice, T. (2002). *Key competencies: a developing concept in general compulsory education*. Brussels: Eurydice.
- Even, R., & Tirosh, T. (2002). Teacher knowledge and understanding of students' mathematical leaning. In L. D. (Ed.), *Handbook of International Research in Mathematics Education* (pp. 219-240). London: Lawrence Erlbaum y NCTM.
- Ewert, G. D. (1991). A comprehensive overview of the influence of Habermas in educational literature. *Review of Educational Research* , pp. 345-378.
- Fazio, R. H. (2007). Attitudes as object-evaluation associations of varying strength. *Social Cognition*, 25. pp. 603–637.

## F

---

- Fernandes, E. (2000). Fazer matemática compreendendo e compreender matemática fazendo: A apropriação de artefactos da matemática escolar. *Quadrante. Vol. 6, nº 1* .
- Figari, G. (1993). Para uma referencialização das práticas de avaliação dos estabelecimentos de Ensino. In Albano Estrela e António Nóvoa (org.) *Avaliação em Educação: Novas Perspectivas*. Porto: Porto Editora. pp. 139-154.
- Figari, G. (1996). *Avaliar, que referencial?* Porto: Porto Editora.
- Figari, G. (1999). Para uma Referencialização das Práticas de Avaliação dos Estabelecimentos de Ensino. In Albano Estrela e António Nóvoa (Orgs.). *Avaliações em Educação: Novas Perspetivas*. Porto: Porto Editora.
- Fleury, M. T., & Fleury, A. (2001). Construindo o conceito de competência. *Revista de Administração Contemporânea. Edição Especial*. pp. 183-196.
- Freitas, L. C. (2002). *Avaliação: construindo o campo e a critica*. Florianópolis: Insular.

## G

- Gagné, R. (1967). Curriculum research and the promotion of learning. In AERA monograph series on curriculum evaluation: I. perspectives of curriculum evaluation. Chicago: Rand McNally.
- Gagné, R. M. (1985). *The conditions of learning (4th ed.)*. New York, NY: Holt, Rinehart & Winston. New York, NY: Holt, Rinehart & Winston.
- Genesini, T. (2003). Educação e qualidade: princípios de transformações de uma realidade. *Boletim de Notícias Rede Pitágoras*, nº. 1164. pp. 17 - 23.
- Gerard, F. (2007). La complexité d'une évaluation des compétences à travers des situations complexes : nécessités théoriques et exigences du terrain. *Actes du Colloque international : Logique de compétences et développement curriculaire: débats, perspectives et alternative pour les systèmes éducatifs*. Montréal : Oré 26 et 27 Avril.
- Gimeno, J. & Pérez Gómez, A. (1998). *Comprender e Transformar o Ensino*. Porto Alegre: Artmed.
- Gimeno, J. (1988). El curriculum una reflexión sobre la práctica. Madrid: Morata.
- Godino, J. (2011). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *XIII Conferência InterAmericana de Educação Matemática* Granada: Universidade Granada. pp. 1-20.
- Godino, J., Contreras, A. & Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 26 (1), pp. 39-88.
- Godino, J., & Batanero, C. (1994). Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14(3) , pp.237-284.
- Godino, J., & Batanero, C. (1998). Clarifying the meaning of mathematical objects as a priority area of research in Mathematics Education. In: Sierpinska, A. & Kilpatrick, J. (Ed.), *Mathematics education as a research domain: A search for identity* (pp. 177-195). Dordrecht: Kluwer, A. P.
- Godino, J., & Batanero, C. (2009). Formación de profesores de matemáticas basada en la reflexión guiada sobre la práctica. *Conferencia Invitada al VI CIBEM, Puerto Montt (Chile)*. pp. 4-9.
- Godino, J., & Wilhelmi, M. (2006). Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de estudio de las matemáticas. *Paradigma*, XXVII (2). Granada.
- Godino, J., Batanero, C. & Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1-2), pp.127-135.

- Godino, J., Batanero, C. & Roa, R. (2005). An onto-semiotic analysis of combinatorial problems and the solving processes by university students. *Educational Studies in Mathematics*, 60 (1), pp.3-36.
- Godino, J., Bencomo, D., Font, V. & Wilhelmi, M. (2006). Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de estudio de las matemáticas. *Paradigma*, XXVII (2). Granada. pp.221-252.
- Godino, J., Contreras, A. & Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathematiques*, 26 (1). pp.39-88.
- Godino, J., Font, V., & Wilhelmi, M. (2006). Análisis ontosemiótico de una lección sobre la suma y la resta. *Revista Latinoamericana de Investigacion en Matemática Educativa, Comité latinoamerican de Matemática Educativa*. pp. 131-155.
- Godino, J., Font, V., Wilhelmi, M. & De Castro, C. (2009). Aproximación a la dimensión normativa en didáctica de las matemáticas desde un enfoque ontosemiótico. *Enseñanza de las Ciencias* 27 (1), pp.59-76.
- Gómez, C. (2000). The struggles of a community of mathematics teachers: Developing a community of practice in an urban bilingual high school. *Paper presented at the ICME 9*. Makuhari, Tokyo.
- Gonçalves, J. & Martins, P. (2006). *Guia para a avaliação da formação*. Lisboa: Instituto para a Qualidade na Formação, I.P.
- Goos, M., & Bennison, A. (2008). Surveying the technology landscape: teachers' use of technology in secondary mathematics classrooms. *Mathematics Education Research Journal*, 20(3), 102-130.
- Gouveia, J. (2005). *Manual da Avaliação da Formação*. Porto: Associação Empresarial de Portugal.
- Guba, E. & Lincoln, Y. (1981). *Effective Evaluation*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Guba, E. & Lincoln, Y. (1994). Competing paradigms in qualitative research In Denzin, N.; Lincoln, Y. (Ed) (1994) *Handbook of Qualitative Research*, Thousand Oaks, CA: SAGE Publications. pp.105-117.
- Guerra, M. (2002). *Entre Bastidores. O lado oculto da organização escolar*. Porto: Edições ASA.
- Gunst, R., & Mason, R. (1980). *Regression Analysis and Its Application: A Data-Oriented Approach*. New York: Marcel Dekker.

## H

---

Habermas, J. (1991). *O que significa socialismo hoje?*. Novos Estudos CEBRAP, nº 30

- Hadji, C. (1994). *A avaliação regras do jogo: Das interações aos instrumentos*. Porto: Porto Editora.
- Hager, P., Gonczi, A., & Athanasou, J. (1990). General issues about assessment of competence. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 19. pp. 3-16.
- Hargreaves, A. (2003). O ensino na sociedade do conhecimento. A educação na era da insegurança. Porto: Porto Editora.
- Harland, J. (1994). *A Catechism for Evaluation*. London: Institute of Education, University of London . London: Institute of Education, University of London.
- Hartley, J. (2004). Case Study Research. In C. C. A. G. Symon (Ed.), *Essential Guide To Qualitative Methods In Organizational Research*: SAGE Publications Ltd.
- Hiebert, J., Morris, A. K., & Glass, B. (2003). Learning to learn to teach: An "experiment" model to teaching and teacher preparation in mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 66. pp. 201-222.
- Hill, H. C., Ball, D. L., & Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39. pp.372-400.
- Hodkinson, P., Biesta, G., & James, D. (2008). Understanding learning culturally: Overcoming the dualism between social and individual views of learning. *Vocations and Learning*, 1. pp.27-47.

## I

---

- ICMI-ICIAM (2008). *Education Interfaces between Mathematics and Industry*. ICMI-ICIAM. (2008). *Education Interfaces between Mathematics and Industry. Discussion Document*. Acedido a 2 de Maio de 2009 em [http://eimi.glocos.org/wp-content/uploads/2009/09/EIMI\\_DD\\_FFF-09Rev.pdf](http://eimi.glocos.org/wp-content/uploads/2009/09/EIMI_DD_FFF-09Rev.pdf)
- Illeris, K. (2004). Transformative learning in the perspective of a comprehensive learning theory. *Journal of Transformative Education*, 2. pp.79–89.
- Instituto Nacional de Estatística. (2001). *Instituto Nacional de Estatística*. Acedido a 21 de Fevereiro de 2009, em de [http://www.ine.pt/xportal/xmain?xlang=pt&xpgid=ine\\_main&xpid=INE](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xlang=pt&xpgid=ine_main&xpid=INE)
- Instituto para a Qualidade na Formação, I. (2006). *Guia para a avaliação da formação*. Lisboa: Instituto para a Qualidade na Formação, I.P.

## J

---

- Jaworski, B. (1994). *Investigating mathematics teaching: A constructivist inquiry*. London: Falmer.



Jaworski, B., & Gellert, U. (2003). Educating new mathematics teachers: Integrating theory and practice, and the roles of practicing. In A. J. Bishop, M. A. Clements, J. K. C. Keitel, & F. K. (Eds.), *Second International Handbook of Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. pp. 829-875.

## K

---

Kaslow, N. J., Bebeau, M. J., Lichtenberg, J. W., Portnoy, S. M., Rubin, N. J., & Leigh, e. a. (2007). Guiding principles and recommendations for the assessment of competence. *Professional Psychology. Research and Practice*, 38. pp.441-451.

Kilpatrick, J. (2003). What works? In S. L. Senk & D. R. Thompson (Eds.), *Standards-based school mathematics currículo. What are they? What do students learn?*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. pp. 471-493

Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experimental, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2). pp.75-86.

Kliebard, H. M. (1992). *Forging the American Curriculum. Essays in Curriculum History and Theory*. New York: Routledge.

Krathwohl, D. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: an overview. *Theory in Practice*, v. 41, n. 4, pp. 212-218.

Krosnick, J. A., Judd, C. M., & Wittenbrink, B. (2005). The measurement of attitudes. In D. Albarracín, B. T. Johnson, & B. T. (Eds.), *The handbook of attitudes* (pp. 21-79). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Kyrö, M. (2006). *Vocational education and training in Finland, Short description*. Acedido a 28 de Fevereiro de 2011, em [http://www2.trainingvillage.gr/etv/publication/download/panorama/5171\\_en.pdf](http://www2.trainingvillage.gr/etv/publication/download/panorama/5171_en.pdf)

## L

---

Lampert, M. (1990). When the problem is not the question and the solution is not the answer: Mathematical knowing and teaching. *American Educational Research Journal*, 27(1). pp.29-63.

Le Botef, G. (2004). *Construir as competências individuais e colectivas: resposta a 80 questões*. Porto: Edições ASA.

Leite, C. (2002). *O Currículo e o Multiculturalismo no Sistema Educativo Português*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Leite, C. (2003). *Para uma escola curricularmente inteligente*. Porto: ASA Editores.

- Lizzio, A., & Wilson, K. (2004). Action learning in higher education: An investigation of its potential to develop professional capability. *Studies in Higher Education*, 29, pp.469-488.
- Lobo, A. (2009). Ensino Profissional é opção para 91 mil alunos. Educare.pt. O Portal da Educação. Acedido a 17 de Junho 2011, em <http://www.educare.pt/educare/Detail.aspx?contentid=6BA9AA76CE1300B3E0400A0AB800211C&channelid=1EE474ED3B3E054C8DCFD48A24FF0E1B&chemaid&opsel=1>
- Love, E. (1988). Evaluating mathematical activity. In D. P. (Ed.), *Mathematics, teachers, and children*. London: Hodder & Stoughton. pp. 249-262.
- Lowe, I. (1989). *Mathematics at Work: Modelling Your World, Vol. 1 & 2*. Canberra: Australian Academy of Science.
- Luckesi, C. (1998). Verificação ou avaliação: o que pratica a escola?, Série Ideias nº8. São Paulo: FDE.
- Lusa (2007). Duplicação de alunos nos cursos profissionais reduz insucesso e abandono escolar. Dnoticias.pt. Acedido a 17 de Julho de 2011 em <http://www.dnoticias.pt/actualidade/politica/158938-duplicacao-de-alunos-nos-cursos-profissionais-reduz-insucesso-e-abandono>

## M

---

- Macedo, L. (1994). Para uma avaliação construtivista. In S. A. Escola em movimento. São Paulo: SE/Cenp.
- Machado, F. & Gonçalves, F. (1991). *Currículo e desenvolvimento curricular – Problemas e perspectivas*. Porto: Edições ASA.
- Maduro, A. (2001). Currículo/ Flexibilizar e Reorganizar, Cadernos de Formação (Prodep), Almada: Edição do Centro de Formação Almada.
- Matos, J. (1994). Processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas de aplicação da Matemática. In D. Fernandes, A. Borralho, & G. (Amaro, *Resolução de Problemas: Processos cognitivos, concepções de professores e desenvolvimento curricular*. Lisboa: IIE. pp. 65-91.
- Matos, J. (1995). *Modelação Matemática*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Matos, J. (1997). Modelação Matemática: o papel das tecnologias de informação. *revista Educação e Matemática: APM* .
- Matos, J., Blum, W., Houston, K., & Carreira, S. (2001). *Modelling and mathematics education: ICTMA 9*. Chichester: Hoewood Publishing.
- Matos, J., Carreira, S., Santos, M., & Amorim, I. (1994). *Ferramentas Computacionais na Modelação Matemática*. Lisboa: Projecto Modelação no Ensino da

- Matemática.*, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Mezirow, J. (1990). How critical reflection triggers transformative learning. In J. Mezirow, & e. a. J. Mezirow, *Fostering critical reflection in adulthood*. San Francisco, CA: Jossey-Bass. pp. 1-20.
- Miller, G. E. (1990). The assessment of clinical skills/competence/performance. *Academic Medicine*, 65. pp.63-67.
- Ministério da Educação (2002). *Programa de Matemática A do Ensino Secundário*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Ministério da Educação (2004). *Programa – Componente de Formação Científica. Disciplina de Matemática. Cursos Profissionais de Nível Secundário*. Lisboa: Direcção Geral de Vocação Profissional.
- Ministério da Educação (2004a). *Modelo Curricular e Estrutura dos Programas. Revisão Curricular dos Cursos Profissionais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Ministério da Educação (2004b). *Programa – Componente de Formação sociocultural. Disciplina de Português. Cursos Profissionais de Nível Secundário*. Lisboa: Direcção Geral de Vocação Profissional.
- Ministério da Educação (2005). *Direcção Geral de Formação Vocacional - Cursos de Educação e Formação - Guia de Orientações*. Acedido a 7 de Abril de 2011, em [http://www.drealg.min-edu.pt/upload/docs/dsapoe\\_eb\\_cef\\_guia\\_orientacoes.pdf](http://www.drealg.min-edu.pt/upload/docs/dsapoe_eb_cef_guia_orientacoes.pdf)
- Ministério da Educação (2005). *Programa – Componente de Formação Científica. Disciplina de Tecnologias e Processos. Cursos Profissionais de Nível Secundário*. Lisboa: Direcção-Geral de Formação Vocacional.
- Ministério da Educação (2005). *Programa – Componente de Formação Científica. Disciplina de Organização Industrial. Cursos Profissionais de Nível Secundário*. Lisboa: Direcção-Geral de Formação Vocacional.
- Ministério da Educação (2005). *Programa- Componente de Formação técnica - Disciplina de Desenho Técnico*. Lisboa: Direcção-Geral de Formação Vocacional.
- Ministério da Educação (2007). *Educação e Formação em Portugal*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Ministério da Educação (2007). *Programa – Componente de Formação Científica. Disciplina de Física e Química. Cursos Profissionais de Nível Secundário*. Lisboa: Direcção Geral de Vocação Profissional.
- Ministerium Education (2009). *Key competences for lifelong learning in Finland*. Acedido a 2 de Fevereiro de 2011, em [http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Koulutus/Liitteet/Education\\_2010\\_Interim\\_report\\_2009\\_Finland.pdf](http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Koulutus/Liitteet/Education_2010_Interim_report_2009_Finland.pdf)

- Monteiro, A. & Júnior, G. P. (2001). *A matemática e os temas transversais*. São Paulo: Moderna. (Educação em pauta: temas transversais).
- Moreira, A. (2004). *Pedagogia das Competências: da teoria à prática*. Porto: Edições ASA. Porto: ASA.
- Morgado, J. (2000). *A (des)construção da autonomia curricular*. Porto: ASA Editores.
- Morrison, G. R., Kemp, J. E., & Ross, S. M. (2001). *Designing effective instruction*. New York, NY: John Wiley.

## N

---

- NCTM (1991). *Normas para o currículo e a avaliação em Matemática escolar (Tradução de E. Veloso, F. Nunes, H. Guimarães, J. F. Matos, J. M. Duarte, L. Leal, L. Moreira, L. Serrazina & R. Carvalho)*. Lisboa: APM.
- NCTM (2000). *Nacional Council of Teachers of Mathematics*. Obtido em 13 de 8 de 2010, de <http://www.nctm.org/>
- NCTM (2001). *NCTM*. Obtido em 12 de 2 de 2009, de <http://www.nctm.org/standards/default.aspx>
- NCTM (2007). *Princípios e Normas para a Matemática Escolar*, Lisboa: APM
- Neves, J. G., Garrido, M., & Simões, E. (2008). *Manual de Competências Pessoais, Interpessoais e Instrumentais: Teoria e Prática (2.ª Ed.)*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Niss, M. (1992). “O papel da aplicação e da modelação na matemática escolar”, *Revista Educação e Matemática*, nº 23, terceiro trimestre de 1992. Lisboa, Pt. *Revista Educação e Matemática, nº 23, terceiro trimestre de 1992*, pp.1-2.
- Nóbrega, L. (2006). *Estruturas Organizacionais de Escola e (Re)Organização Curricular: As imagens e as Práticas dos Atores Educativos*. Dissertação de Mestrado. Universidade Portucalense.
- Novak, J. (1981). *Uma teoria de Educação*. São Paulo: Pioneira.
- Nóvoa, A. (1991). *Concepções e práticas de formação contínua de professores. Realidades e Perspectivas*. *Congresso de Formação de Professores*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- NSW (2010). *Mathematical modelling and the general mathematics syllabus*. Acedido a 2 de Fevereiro de 2011, em <http://www.curriculumsupport.education.nsw.gov.au/secondary/mathematics/assets/pdf/currsupport/scmodel.pdf>
- Nunes, C. C., & Ponte, J. P. (2010). O papel do professor e o desenvolvimento curricular: Que desafios? Que mudanças? In GTI (Ed.), *O professor e o programa de Matemática do ensino básico* (pp. 61-88). Lisboa: APM.

O

- OCDE (1998). DeSeCo Annual Report. Acedido a 12 de Dezembro de 2010, em [www.deseco.admin.ch/bfs/deseeco/en/index/01.parsys.70925.downloadList.30523.DownloadFile.tmp/1998annualreport.pdf](http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseeco/en/index/01.parsys.70925.downloadList.30523.DownloadFile.tmp/1998annualreport.pdf)
- OCDE (2005a). Definition and selection of key competencies: executive summary. Acedido a 3 de Dezembro de 2009, em <https://www.pisa.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf>
- OCDE (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills – A New Framework for Assessment*. Paris: OCDE.
- OCDE (2002). Definition and selection of competences (DESECO). Theoretical and Conceptual Foundations. Strategy paper. Acedido a 7 de Janeiro de 2011 em <http://mt.educarchile.cl/MT/jjbrunner/archives/libros/Competencias/Estrategia.pdf>
- OCDE (2005). *Education at a Glance*. Directorate for Education. Acedido a 21 de Fevereiro de 2009, em: [http://www.oecd.org/document/34/0,3746,en\\_2649\\_39263238\\_35289570\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/34/0,3746,en_2649_39263238_35289570_1_1_1_1,00.html)
- OCDE (2008). *Global Science Forum Report on Mathematics in Industry*. Acedido a 18 de 2 de 2009 em <http://www.oecd.org/dataoecd/47/1/41019441.pdf>
- Oliveira, H., & Domingos, A. (2008). Software no ensino e aprendizagem da Matemática: algumas ideias para discussão. In A. Canavarro, D. Moreira & M. Rocha (Eds.), *Tecnologias e Educação Matemática* (pp. 279-285). Lisboa: SPCE.
- Ollerton, M. (1994). Contexts and strategies for learning mathematics. In M. S. (Ed.), *Teaching mathematics*. London: Routledge. pp. 63-72.
- Orvalho, L. (1992). *Estrutura Modular nas escolas profissionais - quadro de inteligibilidade*. GETAP - Gabinete de Educação Tecnológica, Artística e Profissional. Porto: Ministério da Educação.

P

- Pacheco, J. (1996). *Currículo: Teoria e Práxis*. Porto: Porto Editora.
- Pacheco, J. (2002). *Políticas curriculares*. Porto: Porto Editora.
- Pacheco, J. (2005). Descentralizar o discurso curricular das competências. *Revista de Estudos Curriculares* 3(1). pp.65-92.

- Pardal, L., & Correia, E. (1995). *Métodos e Técnicas de investigação social*. Porto: Areal Editores.
- Pardal, L., Ventura, A & Dias, C. (2005). Ensino médio e ensino técnico no Brasil e em Portugal: raízes históricas e panorama atual. Campinas: Autores Associados.
- Parlamento Europeu e do Conselho (2006). Acedido a 13 de Janeiro 2009 em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:pt:PDF>
- Pehkonen, E. (1997). *Use of open-ended problems in mathematics classroom*. Helsinki: Department of Teacher Education: University of Helsinki.
- Perrenoud, P. (1993). *Práticas pedagógicas, profissão docente e formação: Perspectivas sociológicas*. Lisboa: D. Quixote.
- Perrenoud, P. (1999). *Avaliação: da excelência à regulamentação das aprendizagens: entre duas lógicas*. Porto Alegre: Arte Médicas Sul.
- Perrenoud, P. (2003). *Porquê construir competências a partir da escola? Desenvolvimento da autonomia e luta contra as desigualdades*. Porto: ASA.
- Petty, R. E., Briôl, P., & DeMarree, K. G. (2007). The meta-cognitive model (MCM) of attitudes: Implications for attitude measurement, change and strength. *Social Cognition*, 25. pp.657–686.
- Phenix, P. (1962). The uses of the disciplines as curriculum content. In: Orlosky, D.; Smith. *Curriculum development: issues and insights*. Chicago: Tand Manally College Publishing Company. 1962, p.83-89.
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. In R. A. Philipp, *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Charlotte, NC: National Council of Teachers of Mathematics. pp. 257-315.
- Philipp, R. A., Ambrose, R., Lamb, L. L., Sowder, J. T., Schappelle, B. P., Sowder, L., et al. (2007a). Effects of early field experiences on the mathematical content knowledge and beliefs of prospective elementary school teachers: content knowledge and beliefs of prospective elementary school teachers: An experimental study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38, pp.438-476.
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. New York, NY: Orion Press.
- Pinar, W. (1985). La reconceptualización en los estudios del curriculum. In: Gimeno, J.; Gómez, A. *La enseñanza: su teoría e su práctica*. Madrid: Akal, p.231-240.
- PISA (2006). *Competências em ciências para o mundo de amanhã*. Acedido a 6 Janeiro de 2011 em [http://books.google.pt/books?id=RSQsE-vngM8C&pg=PA321&lpg=PA321&dq=estudo+PISA+da+OCDE+Modela%C3%A7%C3%A3o+matem%C3%A1tica&source=bl&ots=t8f22ckX-q&sig=2sM8K3D7\\_cIAb2IwSNF-w6mmJ00&hl=pt-](http://books.google.pt/books?id=RSQsE-vngM8C&pg=PA321&lpg=PA321&dq=estudo+PISA+da+OCDE+Modela%C3%A7%C3%A3o+matem%C3%A1tica&source=bl&ots=t8f22ckX-q&sig=2sM8K3D7_cIAb2IwSNF-w6mmJ00&hl=pt-)

PT&ei=E2SdTubDMibEsgblt-  
CFCQ&sa=X&oi=book\_result&ct=result&resnum=1&v

- Polya, G. (1994). A arte de resolver problema: um novo enfoque do método matemático. Tradução Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro. Interciência.
- Ponte, J. (1992a). Problemas de Matemática e Situações da Vida Real. *Revista de Educação*, Vol 2, N° 2.
- Ponte, J. (1992b). A modelação no processo de aprendizagem. *Revista Educação e Matemática, nº 23, terceiro trimestre. Lisboa, Pt*. pp.15-19.
- Ponte, J. (2001). Investigating in mathematics and in learning to teach mathematics. In F. L. Lin, & T. J. Cooney, *Making sense of mathematics teacher education*. Dordrecht: Kluwer. pp. 53-72.
- Ponte, J. (2005). Gestão curricular em Matemática. In: *O professor e o desenvolvimento curricular*. Grupo de Trabalho de Investigação (GTI). Lisboa: APM. pp. 11-34.
- Ponte, J., Matos, J. M., & Abrantes, P. (1998). *Investigação em educação matemática: Implicações curriculares*. Lisboa: IIE.
- Ponte, J., & Chapman, O. (2008). Preservice Mathematics Teachers' Knowledge and development. In L. E. (Ed.), *Handbook of International Research in Mathematics Education*. New York: NY: Routledge. pp. 225-236.
- Pozzebon, M., & Freitas, H. (1998). Pela aplicabilidade com um maior rigor científico dos estudos de caso em sistemas de informação. RAC, N°2. pp. 143-170.

## R

- Raelin, J. A. (2000). *Work-based learning. The new frontier of management development*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Rain Bird. (2010). Acedido a 12 de Março de 2011 em <http://www.rainbird.pt/17-6427-Historia-da-Empresa.php>
- Remillard, J. (2005). Examining key concepts in research on teachers, use of mathematics curricula. 75, pp. 211-246.
- Requena, A. (1995). *La Evaluación de Instituciones Educativas*. Granada: Universidad de Granada.
- Rey, B. (2002). *As competências transversais em questão*. Porto Alegre: Artmed.
- Rey, B., Carette, V., DeFrance, A., & Kahn, S. (2005). *As competências na escola: Aprendizagem e avaliação*. Vila Nova de Gaia: Edições Gaialivro.
- Ribeiro, A. (1999). Desenvolvimento curricular. 8ª ed. Porto: Texto Editora.

- Rogers, C. (2001). *Tornar-se pessoa*. 5ª edição São Paulo: Martins Fontes.
- Roldão, M. (1999). *Gestão curricular: fundamentos e práticas*. Lisboa: ME/DEB .
- Roldão, M. (2003). *Gestão curricular e avaliação de competências: as questões dos professores*. Lisboa: Editorial Presença.
- Rosales, C. (1992). *Avaliar é refletir sobre o ensino*. Porto: Edições Asa.
- Rosário, P. S., Trigo, J., & Guimarães, C. (2003). Estórias para estudar, histórias sobre o estudar: narrativas auto-regulatórias na sala de aula. *Revista Portuguesa de Educação* 16(2). pp.117-133.
- Rychen, D. S., & Salganik, L. (2000). A contribution of the OECD program Definition and Selection of Competencies: Theoretical and conceptual foundations. Definition and Selection of Key Competencies. INES General Assembly. Acedido a 16 de Agosto de 2010 em <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/02.html>
- Rychen, D. S., & Tiana, A. (2005). *Desenvolver Competências-chave em Educação: algumas lições extraídas da experiência nacional e da internacional*. Porto: ASA.
- Rychen, D. S., Salganik, L., & McLaughlin, M. E. (2003). Obtido em 20 de Agosto de 2010, de Definition and Selection of Competencies. Contributions to the Second DeSeCo Symposium. Neuchâtel: Swiss Federal Statistical Office/ESSI/AIR.: <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/02.html>

## S

---

- Sá-Chaves, I. (2001). Informação, Formação e Globalização: Novos ou Velhos Paradigmas? In I. Alarcão (org.). *Escola reflexiva e nova racionalidade* (pp. 83-95). Porto Alegre: Artmed.
- Salganik, L.H, Rychen, D.S., Moser, U., et Konstant, J. (1999). *Projects on competencies in the OECD context: Analysis of theoretical and conceptual foundations*. Neuchâtel, Switzerland: Swiss Federal Statistical Office.
- Salomon, G., & Perkins, D. N. (1989). Rocky roads to transfer: Rethinking mechanisms of a neglected phenomenon. *Educational Psychologist*, 24. pp. 113-142.
- Santos, L. (2000a). A implementação de políticas do Banco Mundial para a formação docente. *Cadernos de Pesquisa*, 111. pp. 173-182.
- Santos, S., Neto, T. & Loureiro, M. (2010). Avaliação da Gestão Curricular da Matemática nos Cursos Profissionais de nível III do Ensino Secundário em Portugal: Um Estudo de Caso. In 2º Congresso Internacional de Avaliação em Educação. Universidade do Minho. Portugal.



- Santos, S., Neto, T. & Loureiro, M. (2011). Mathematical Modelling in third level professional Courses in portuguese secondary education: An evaluation referential. In International Conference of Education Research and Innovation. Madrid. Spain.
- Santos, S., Neto, T. & Loureiro, M. (2012a). Mathematical Application and Modelling in secondary education professional courses: A situation-problem. In 12<sup>th</sup> International Congress on Mathematical Education. COEX, Seoul Korea.
- Santos, S., Neto, T., Godino, J. & Loureiro, M. (2012b). Mathematical Modelling and Application at technical courses in secondary school: an evaluation referential. In VIDYA, v. 32, n. 1, p.79-95.
- Schaap, H., De Bruijn, E., Van der Schaaf, M. F., & Kirschner, P. A. (2009). Students' personal professional theories in competence-based vocational education: The construction of personal knowledge through internalization and socialization. *Journal of Vocational Education and Training*. pp. 481-494.
- Schmidt, W. M., & Raizen, S. A. (1997). *A splintered vision: An investigation of U. S. science and mathematics education*. Hingham, MA: Kluwer.
- Schoenfeld, A. H., & Kilpatrick, J. (2008) Toward a Theory of Proficiency in Teaching Mathematics. In D. Tirosh & T. Wood (Eds.), *International Handbook of Mathematics Teacher Education, Volume 2: Tools and Processes in Mathematics Teacher Education*. Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers. (pp. 321-354).
- Schön, D. (1983). *Schön, D. (1983).The reflective practitioner: How professionals think in action*. . New York, NY: Basic Books.
- Schwartz, N., & Bohner, G. (2001). The construction of attitudes. In A. Tesse, & N. S. (Eds.), *Blackwell handbook of social psychology: Intraindividual processes* (pp. 436-457). Malden, MA: Blackwell.
- Scribner, S., & Beach, K. (1993). An activity theory approach to memory . *Applied Cognitive Psychology*, 7. pp.185–190.
- Scriven, M. (1981). *Evaluation Thesaurus (3<sup>a</sup> ed.)*. Inverness. Inverness, California: Edgepress.
- Scriven, M. (1994). *Evaluation as a Discipline, Studies in Educational Evaluation*. v. 20, Great Britain: Elsevier Science.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1). pp.1-22.
- Silva, J. C. (1992). As aplicações da Matemática: a vida quotidiana na sala de aula. *Educação e Matemática*, 23 pp.3-9.
- Silva, J. C., Pinto, J. A., & Balsa, J. C. (2000). *Modelação Matemática num Ambiente Laboratorial usando Calculadoras Gráficas. Curso no PROFMAT 2000*,

*Funchal*. Acedido a 2 de Março de 2010 em [http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/pessoal/func\\_model.html](http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/pessoal/func_model.html)

- Silva, M. R. (2007). *Currículo e Competências – a formação administrada*. São Paulo: Cortez.
- Silva, S. (1975). *Guia para a utilização do Compêndio de Matemática. Curso Complementar do Ensino Secundário 2.º/3.º vol. .* Lisboa: Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Educação e Investigação Científica.
- Sloyer, C., Blum, W., & Huntley, I. (1995). *Advances and Perspectives in the Teaching of Mathematical Modelling an Applications*. Yorklyn: Water Street Mathematics.
- Spencer, H. (1963). Education: Intellectual, Moral and Physical. In: SPENCER, Herbert. *Essays on Education*. London: Dent & Sons
- Stake, R. (1995). *The Art of Case Study Research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Stake, R. (2009). *A arte da Investigação com Estudos de Caso - 2º edição (Tradução Ana maria Chaves)*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Stein, M. K., Remillard, J., & Smith, M. S. (2007). How curriculum influences student learning. In F. K. Lester (Ed.) *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (vol. I, pp. 319-369). Charlotte, NC: Information Age.
- Stufflebeam, D. L. (1981). *L'évaluation en éducation et la prise de décision*. Ottawa: NHP.
- Swetz, F., & Hartzler, J. S. (1991). *Mathematical Modeling in the Secondary School Curriculum: A Resource Guide of Classroom Exercises*. Reston Virginia: NCTM.

## T

---

- Torres, L.& Araújo, M. (2010). *O sistema de aprendizagem em alternância: alternativa ou mais do mesmo?* X Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais. Braga: Universidade do Minho, pp. 1215-1231.
- Torres, T. (2007). *Aplicações e modelação matemática com recurso à calculadora gráfica e sensores: um estudo com alunos do 12.º ano de escolaridade. Dissertação de Mestrado não publicada*. Braga: Universidade do Minho.
- Torres, T., Coutinho, C., & Fernandes, J. (Setembro de 2008). Aplicações e Modelação Matemática com recurso à calculadora gráfica e sensores. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática nº 15* , pp. 9-31.

- Travers, K. J., & Westbury, I. T. (1989). *The IEA study of mathematics I: Analysis of mathematics curricula*. Oxford: Pergamon Press.
- Tuomi-Gröhn, T., & Engeström, Y. (2003). Conceptualising transfer: From standard notions to developmental perspectives. In T. Tuomi-Gröhn, & Y. E. (Eds.), *Between school and work: New perspectives on transfer and boundary crossing*. Amsterdam: Pergamon. Amsterdam: Pergamon.
- Tyler, R. (1949). *Basic Principles of Curriculum and Instruction*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Tyler, R. (1967). Changing Concepts of Educational Evaluation. In R. E. Stake, *Perspectives of Curriculum Evaluation (Vol. I)*. New York: Rand McNally. pp. 39-83.

## U

---

- União Europeia (2002a). Visão Global da Educação, Formação, Juventude. In: [www.europa.eu](http://www.europa.eu)
- União Europeia (2002b). *The official website of the European Union*. Obtido em 21 de Fevereiro de 2009, de [www.europa.eu.int](http://www.europa.eu.int)

## V

---

- Van den Berg, N., & De Bruijn, E. (2009). *The glass is filling. Design and effects of competence-based vocational education; a review. Het glas vult zich. Kennis over vormgeving en effecten van competentiegericht beroepsonderwijs; verslag van een review. 's-Hertogenbosch/Amsterdam*. Netherland: Expertisecentrum Beroepsonderwijs.
- Van Woerkom, M. (2004). The concept of critical reflection and its implications for human resource development. *Advances in Developing Human Resources*, 6. pp.178–192.
- Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2000). *Making Sense of Word Problems*. Lisse: Swets&Zeitlinger.
- Vilar, A. M. (1993). *Inovação e Mudança na Reforma Educativa*. Porto: Edições Asa.
- Vilhena, T. (2002). *Avaliar o extracurricular: A referencialização como nova prática de avaliação*. Porto: Edições ASA.
- VKlenowski (2010) *Curriculum Evaluation: Approaches and Methodologies*. Queensland University of Technology. Queensland University of Technology, Brisbane, QLD, Austrália: Elsevier Ltd.
- Vosniadou, S. (2007). The cognitive-situative divide and the problem of conceptual change . *Educational Psychologist*, 42. pp.55-66.

Vygotsky, L. S. (1934). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, 2<sup>o</sup> edición. Barcelona, ESP: Crítica-Grijalbo, 1989.

**W**

---

Walker, D. (1990). *Fundamentals of curriculum*. Harcourt : Brace Jovanovich.

Wilson, T. D., Lindsey, S., & Schooler, T. Y. (2000). A model of dual attitudes. *Psychological Review*, 107. pp.101–126.

**Y**

---

Yin, R. (2010). *Estudo de Caso, Planejamento e métodos*. (Ana Thorell, Trad.) – 4.<sup>a</sup> edição. Porto Alegre: Bookman.