

## **Estratégia didáctica para resolução de problemas matemáticos na escola de formação de professores**

*Didactic strategy for solving mathematical problems at the teacher training college*

*Estrategia didáctica para la resolución de problemas matemáticos en la escuela de magisterio*

**Cândida da Glória Gabriel Domingos<sup>1</sup>**

Instituto Superior Politécnico de Humanidades e  
Tecnologias Ekuikui II, Huambo, Angola  
candidadomingos09@gmail.com

**Cláudia de Fátima Likutu Raúl<sup>2</sup>**

Instituto Superior Politécnico de Humanidades e  
Tecnologias Ekuikui II, Huambo, Angola  
claudialikuturaul@gmail.com

**Silva Catela Calamba<sup>3</sup>**

Univercidade José Eduardo dos Santos, Angola  
silvacalamba@gmail.com

### **Resumo**

Este estudo investigou o processo de ensino-aprendizagem da disciplina da matemática na 12<sup>a</sup> classe na Escola de Formação de Professores na Província do Huambo, Angola. O objectivo desta pesquisa foi analisar a qualidade do processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Matemática, integrando a Resolução de Problemas Matemáticos (RPM) com TICs e estratégias didácticas inovadoras e apurar se estas alteram os conhecimentos da disciplina. Para a investigação adoptou-se uma abordagem mista, combinando métodos qualitativos e quantitativos, com uma amostra que incluiu 117 alunos, oito professores e três membros da direcção da escola. Esta estratégia recorreu à utilização das tecnologias de informação e comunicação, dos procedimentos heurísticos e dos componentes metacognitivos da resolução de problemas matemáticos. A estratégia desenvolvida melhorou o processo de ensino-aprendizagem da matemática na instituição estudada, oferecendo uma abordagem inovadora e abrangente para enfrentar os desafios identificados no ensino da matemática. Os resultados da implementação da estratégia didáctica: identificaram insuficiências no

<sup>1</sup> Doutorada em Ciências Pedagógicas - Especialidade Didáctica da Matemática, pela Universidade de Ciências Pedagógicas UJV Enrique José Varona, Havana, Cuba

<sup>2</sup> Doutorada em Ciências Pedagógicas - Especialidade Didáctica da Matemática, pela Universidade de Ciências Pedagógicas UJV Enrique José Varona, Havana, Cuba

<sup>3</sup> Doutorado em Ciências Pedagógicas - Especialidade Didáctica da Matemática, pela Universidade de Ciências Pedagógicas UJV Enrique José Varona, Havana, Cuba



condução do PEA pelos professores e fragilidades na aprendizagem dos alunos; contribuíram para a capacitação dos professores e melhoria dos conhecimentos de matemática dos alunos; introduziram o uso das TIC's para visualização, dinamismo, experimentação e simplificação de cálculos, e para a utilização de procedimentos heurísticos e algorítmicos na resolução de problemas; estabeleceram relações entre os conteúdos da 12<sup>a</sup> classe e os que serão lecionados por estes alunos quando se formarem para a via ensino; promoveram relações interdisciplinares entre Matemática, Física e Ciência da Computação, aplicando problemas matemáticos de outras ciências e da vida quotidiana

**Palavras-chave:** Processo de ensino-aprendizagem; Resolução de problemas; Estratégia didáctica.

### Abstract

This study investigated the teaching-learning process of maths in grade 12 at the Teacher Training College in Huambo Province, Angola. The aim of this research was to analyse the quality of the teaching-learning process in the subject of Mathematics, integrating Mathematical Problem Solving (MRP) with ICTs and innovative teaching strategies, and to ascertain whether this change knowledge of the subject. For the research, a mixed approach was adopted, combining qualitative and quantitative methods, with a sample that included 117 students, eight teachers and three members of the school management. This strategy used information and communication technologies, heuristic procedures and the metacognitive components of mathematical problem solving. The strategy developed improved the maths teaching-learning process at the institution studied, offering an innovative and comprehensive approach to tackling the challenges identified in maths teaching.

The results of implementing the didactic strategy: identified shortcomings in the teachers' conduct of the PEA and weaknesses in the students' learning; contributed to teacher training and improvement of the students' knowledge of mathematics; introduced the use of ICT for visualisation, dynamism, experimentation and simplification of calculations, and for the use of heuristic and algorithmic procedures in problem solving; established links between the content of grade 12 and that which these students will be taught when they graduate to teaching; promoted interdisciplinary links between Maths, Physics and Computer Science, applying mathematical problems from other sciences and everyday life.

**Keywords:** Teaching-learning process; Problem-solving; Teaching strategy.

### Resumen

Este estudio investigó el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Matemáticas en el 12<sup>o</sup> curso de la Escuela de Magisterio de la provincia de Huambo, Angola. El objetivo de esta investigación fue analizar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Matemáticas, integrando la Resolución de Problemas Matemáticos (MRP) con las TIC y estrategias didácticas innovadoras, y comprobar si éstas modifican el conocimiento de la asignatura. Para la investigación se adoptó un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos, con una muestra que incluyó 117 alumnos, ocho profesores y tres miembros de la dirección del centro. Esta estrategia utilizó tecnologías de la información y la comunicación, procedimientos heurísticos y los componentes metacognitivos de la resolución de problemas matemáticos. La estrategia desarrollada mejoró el proceso de enseñanza-



aprendizaje de las matemáticas en la institución estudiada, ofreciendo un enfoque innovador e integral para abordar los desafíos identificados en la enseñanza de las matemáticas.

Los resultados de la aplicación de la estrategia didáctica identificaron deficiencias en la conducción del PEA por parte de los docentes y debilidades en el aprendizaje de los alumnos; contribuyeron a la capacitación docente y al mejoramiento de los conocimientos de los alumnos en Matemática; introdujeron el uso de las TIC para la visualización, dinamización, experimentación y simplificación de cálculos, y para el uso de procedimientos heurísticos y algorítmicos en la resolución de problemas; estableció vínculos entre los contenidos del grado 12 y los que se enseñarán a estos alumnos cuando se gradúen para la enseñanza; promovió vínculos interdisciplinarios entre Matemáticas, Física e Informática, aplicando problemas matemáticos de otras ciencias y de la vida cotidiana.

**Palabras clave:** Proceso de enseñanza-aprendizaje; Resolución de problemas; Estrategia didáctica.

## 1. INTRODUÇÃO

A matemática é uma área do conhecimento indispensável em todos os sistemas de ensino, é mundialmente ensinada com caráter obrigatório, durante vários anos de escolaridade. O seu ensino visa desenvolver habilidades cruciais para papéis de destaque na sociedade. Pesquisas mostram que a matemática evolui a partir de problemas reais enfrentados pelos indivíduos. Assim, a resolução de problemas desempenha um papel especial no ensino da Matemática, sendo considerada uma actividade básica para desenvolver o pensamento lógico e um conjunto de habilidades que permite tornar o ser humano mais inteligente. Por isso, melhorar o processo de ensino-aprendizagem (PEA) da resolução de problemas matemáticos (RPM) é de extrema importância (Campistrous & Rizo, 2013).

No entanto, experiências didáticas e estudos exploratórios com base nos documentos normativos, na Lei de Bases Nº 32/20 e o Programa da disciplina de Matemática permitem identificar que as orientações metodológicas oferecidas são insuficientes para o tratamento didático da RPM. Em relação aos professores e tendo em conta as dozes observações de aulas e os inquéritos aplicados identifica-se uma insuficiente preparação teórico-metodológico para dirigir o PEA da Matemática, o que gera limitações para a orientação e realização de acções voltadas à RPM. Em relação aos alunos, o domínio dos conteúdos matemáticos e das acções a serem realizadas durante a RPM é insuficiente, além disso, a independência cognitiva, o uso de estratégias de aprendizagem, o desenvolvimento de processos metacognitivos são limitados e demonstram falta de motivação.



Nos alunos, a reconstrução racional do papel da resolução de problemas no ensino da Matemática é fundamental para o seu desenvolvimento cognitivo. A adoção e o reconhecimento do papel da resolução de problemas no ensino da Matemática permitem que os estudantes enfrentem questões complexas e desenvolvam pensamento autónomo, exercitando simultaneamente o raciocínio lógico e a capacidade de interpretação, tornando a aprendizagem da matemática mais profunda. Por outro lado, no ensino da Matemática baseado na resolução de problemas habilita os alunos para no futuro serem professores competentes da disciplina de matemática.

Desse modo, e como consta na Lei de Bases N.º 32/20, de 12 de Agosto, a escola em Angola tem o papel fundamental de transmitir valores sociais, fomentar a ética e contribuir para a formação de futuros educadores, alinhando-se às necessidades dos cidadãos (Lei de Bases, 32/20 de 12 de Agosto). A formação de professores deve priorizar conhecimentos científicos e pedagógicos sólidos, desenvolvendo competências e atitudes que promovam uma educação consciente e responsável.

Embora a RPM seja amplamente reconhecida e recomendada por diversos autores como uma estratégia eficaz no ensino da matemática, a sua aplicação prática pelos professores ainda é limitada. Esta é a razão que motiva a investigação nesta área, para promover a sua utilização (Diniz, 2001; Allevato e Onuchic, 2014; Dante, 2009).

As questões levantadas evidenciam que entre o estipulado na Lei de Bases do Sistema de Educação e Ensino e o programa da disciplina de Matemática, no que diz respeito à RPM, existem deficiências no PEA. Perante isto importa indagar: Como melhorar o PEA da RPM na disciplina de Matemática, na 12ª classe da Escola de Formação de Professores para o Ensino Primário.

Esta pesquisa visa reforçar a prática docente e elevar a qualidade do PEA da disciplina de Matemática na 12ª classe da Escola de Formação de Professores para o Ensino Primário, focando-se na relação entre a didáctica teórica e prática, para ganhar domínio prático na RPM, através de uma estratégia didáctica fundamentada na integração das tendências de ensino baseadas na RPM. A estratégia proposta potencializa o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), procedimentos práticos na RPM, considerando as necessidades formativas dos alunos.

A relação entre a didáctica teórica e prática e domínio prático na RPM combina princípios teóricos com aplicação prática, incentivando o pensamento criativo e a solução de problemas reais. Ao invés de apenas memorizar fórmulas, os alunos desenvolvem habilidades de pensamento crítico e aplicação prática do conhecimento



matemático. Esta metodologia prepara os estudantes para enfrentar problemas complexos, tanto na escola quanto na vida profissional. O uso da RPM no ensino da matemática é baseado segundo Teixeira & Moreira (2022), no *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 1980), que na sua "Agenda para acção", coloca a RPM como o foco central da matemática escolar. Para os autores, essa orientação levou a uma maior ênfase na interpretação e descrição das principais formas de compreensão da RPM e a sua função no ensino da Matemática, baseando-se na análise de diferentes paradigmas ou abordagens ideais para lidar com problemas, conforme proposto por Polya (1995).

No âmbito da educação matemática, um problema bem elaborado serve como catalisador para o trabalho mental, motivando os alunos a descobrirem soluções e, conseqüentemente, despertarem interesse pela disciplina. O processo de RPM oferece aos estudantes a oportunidade de descobrir novos conceitos matemáticos e explorar diversas estratégias de resolução de problemas. Esta abordagem não só enriquece a aprendizagem como também promove a criatividade e a flexibilidade no raciocínio matemático.

## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Para esta investigação consideram-se núcleos teóricos fundamentais: os requisitos da formação de professores de Matemática; o PEA; a RPM como ciência e como disciplina; as TIC's; a interdisciplinaridade e as concepções actuais sobre RPM.

A história moderna do ensino da resolução de problemas começa com a publicação em 1944 de "*How to solve it?*" por George Polya (1887-1985), expondo suas ideias sobre heurística de resolução prática de problemas. Polya foi considerado um dos maiores matemáticos do século XX, o primeiro a apresentar um método prático de RPM e o uso de estratégias na resolução desses problemas. Desta forma, o ensino da resolução de problemas é colocado no centro das atenções, não apenas pelo uso de problemas como forma de exercício de conteúdos matemáticos específicos, mas também, por passar a ser considerado como uma metodologia para ensinar a matemática escolar (Teixeira & Moreira, 2022). Os trabalhos de Polya sobre resolução de problemas, mudaram a visão escolar da Matemática como algo já acabado, para algo vivo que pode ser abordado em sala de aula, se for dada a devida atenção ao ensino de certas estratégias e à formação de alunos e professores, segundo Fazenda (2014), no processo de RPM. Almeida, (2000).

Em Angola, o movimento a favor do ensino da RPM, surge com a evolução das políticas educativas e das reformas no sistema educativo que correspondem às exigências das realidades locais, resultando na aprovação da Lei de Bases n.º17/16, (SAMAT, 2023).

## **2.1. Concepção de problema**

As definições de problema são complexas e foram concebidas a partir de diferentes abordagens (filosófica, psicológica, pedagógica, didáctica e matemática) por diferentes autores. Do ponto de vista matemático, há várias definições de problema. Para Ron (2007),

"Um problema é qualquer situação em que há uma abordagem inicial e uma exigência que o força a ser transformado, o caminho da solução é desconhecido e o aluno possui o conhecimento relacionado ao requisito ou é capaz de construí-lo" (Ron, 2007, p. 26).

A bibliografia consultada permitiu sistematizar os elementos do PEA que evidenciam a resolução de problemas. Dante (2011) defende que,

[...] é possível, através da resolução de problemas, desenvolver na iniciativa do aluno, o espírito exploratório, a criatividade, a independência e a capacidade de elaborar um raciocínio lógico e fazer uso inteligente e eficaz dos recursos disponíveis, para que ele possa propor boas soluções para as questões que surgem no seu dia a dia, na escola ou fora dela (Dante, L. 2011, p. 23).

## **2.2. Tendências no ensino de problemas e integração sistemática de metodologias**

A sistematização realizada a partir da consulta a várias publicações permitiu analisar, identificar e destacar as principais quatro tendências na abordagem do ensino de problemas: i) ensino de problemas; ii) ensino por problemas; iii) ensino baseado em problemas; e, iv) ensino da resolução de problemas (Campistrous & Rizo, 2013; Gaulin, 2001; Llivina, 1999; Jimenez, 2000; Ferrer, 2000; Rebollar, 2000; Alonso, 2000; Ron, 007; Fazenda, 2014; Teixeira & Moreira, 2022). Das quatro tendências apresentadas e em correspondência com as exigências e objectivos da disciplina de Matemática na 12ª classe, parecem ser mais adequadas as tendências “Ensino baseado em problemas” e “Ensino da resolução de problemas”. A integração destas tendências nas metodologias de ensino da Matemática inclui a identificação e formulação de problemas, destaca a utilização das TIC’s, dos procedimentos práticos inerentes ao processo de RPM. Essa abordagem está em consonância com as necessidades formativas dos alunos,



permitindo que, enquanto aprendem a resolver problemas, adquiram conhecimentos e modos de acção que os capacitem a ensinar matemática escolar no futuro.

Neste contexto, considera-se que ter uma visão integradora é ter em conta as duas tendências na hora de planificar as aulas de uma disciplina específica, fazendo as devidas ponderações para cada uma delas, dependendo dos factores que indicam o quanto ela deve ser utilizada. Segundo Fazenda, (2014), estas tendências desempenham um papel importante neste processo, a primeira para introduzir os conteúdos necessários através da resolução do problema e a segunda para introduzir as formas e métodos heurísticos que conduzem à resolução do problema.

A primeira tendência, “Ensino baseado em problemas”, desenvolvida nos Estados Unidos, envolve a apresentação de problemas matemáticos relacionados ao objecto de ensino. O foco está na resolução desses problemas para promover a aprendizagem de conceitos, procedimentos e relações. O professor actua como mediador, ajudando os alunos a usar conteúdos de várias disciplinas para identificar problemas, determinar causas e propor soluções. Essa abordagem motiva os alunos a relacionar teoria com prática, construindo o seu próprio conhecimento e desenvolvendo habilidades críticas e reflexivas, neste caso, os impulsos heurísticos são importantes para clarificar os objectivos perseguidos.

A segunda tendência, “Ensino da resolução de problemas”, fundamenta-se nas obras de Polya (1965), Schönfeld (1991), Müller (1987), De Guzmán (2009), Ferrer (2000), Almeida (2020), entre outros. Esta abordagem caracteriza-se pela aplicação de estratégias específicas, para resolver problemas que são apresentados e praticados para serem utilizadas no processo de RPM. Almeida, (2000) refere que esta tendência,

visa proporcionar aos alunos os conhecimentos necessários relacionados com a essência dos problemas e a sua solução, o desenvolvimento de competências e hábitos para a execução de acções e operações que compõem a actividade geral da resolução de problemas, estimular a análise constante por parte dos alunos a partir das suas próprias acções, de forma a definir abordagens e métodos gerais a utilizar na resolução de problemas.

Já Almeida, B. 2000, p. 38). Ballester, S. et al. (1992) destacam que,

O método heurístico é caracterizado como método de ensino pelo qual são feitas perguntas, sugestões, indicações aos alunos, como impulsos que facilitam a busca independente de problemas e as suas soluções. Ao utilizar este método, o professor não informa os alunos os conhecimentos acabados que serão submetidos à sua assimilação, mas os conduz à redescoberta dos



pressupostos e regras correspondentes, de forma independente (Ballester et al., 1992: 134).

Os modelos heurísticos mais utilizados incluem etapas como: i) compreensão do problema; ii) construção de estratégias; iii) execução; e, iv) revisão da solução. Neste sentido, esta pesquisa adota o Programa Heurístico Geral, conforme Tabela 1, com vista a orientar para a resolução de problemas, integrando aspectos comuns das duas tendências.

### **2.3. Processo de ensino-aprendizagem da matemática na 12ª classe: integração das tendências de resolução de problemas matemáticos**

Com base na revisão de literatura, e tendo em conta o contexto da pesquisa relacionado à formação de professores para o ensino primário em Angola (Castellanos, 2005), o PEA coloca o aluno no centro do processo, baseando-se nas características da sua personalidade e nas necessidades da sociedade angolana. Os componentes didáticos deste processo incluem: aluno, professor, grupo, problema, objectivo, conteúdo, método, meios, formas de organização e avaliação, todos inter-relacionados, com ênfase no uso adequado das TIC (Castellanos et al., 2001). As políticas da formação de professores em Angola, estabelecem modelos de ensino que colocam no centro a actividade dos alunos e os processos de crescimento pessoal, bem como a utilização de metodologias activas e investigativas (Lei de Bases, n.º 32/20). Neste sentido, o professor, como co-protagonista, enriquece os saberes, sentimentos, atitudes e valores dos alunos, que, como protagonistas, enfrentam uma aprendizagem orientada na busca de significados e problematização permanente, reflectindo, valorizando e controlando as suas actividades.

Schonfeld, (1991) alude que a responsabilidade fundamental do professor de Matemática é ensinar os alunos a pensar, contribuindo para o desenvolvimento do raciocínio lógico. Assim, a existência de um grupo é essencial para a interaprendizagem e a formação de qualidades da personalidade dos alunos, devendo ser utilizado como ferramenta de atenção à diversidade.

Sousa, Azevedo e Alves (2021), tal como Wassie e Zergaw (2018), destacam que a inserção adequada de programas informáticos facilita a visualização, dinamismo, experimentação e simplificação do cálculo. Esses programas ajudam na elaboração e assimilação de conceitos fundamentais e promovem a participação activa dos alunos na construção da sua própria aprendizagem e na procura de informações.



A escolha do software GeoGebra como ferramenta para a construção de situações didáticas nesta pesquisa fundamenta-se na sua capacidade de proporcionar uma experiência dinâmica e visual na construção do conhecimento. Esta abordagem transcende a mera abstração e o uso de fórmulas matemáticas tradicionais. O GeoGebra destaca-se por ser um software gratuito e de fácil utilização, oferecendo recursos que estimulam efectivamente a cognição do estudante (<https://www.geogebra.org/?lang=pt-PT>).

Nolasco, & Melo (2022) destacam que a integração de tecnologias digitais, especificamente o GeoGebra, pode potencializar as estratégias metodológicas dos professores. Esta ferramenta moderniza o ensino da matemática, transformando conceitos abstratos em exercícios e problemas mais tangíveis e compreensíveis. A eficácia do GeoGebra reside em seus recursos visuais e interativos, que desperta a curiosidade dos alunos, estimulando sua abertura a novas formas de aprendizagem. A interatividade e a visualização oferecidas pelo software não apenas facilitam a compreensão de conceitos complexos, mas também incentivam uma participação mais activa dos alunos no PEA.

O primeiro conceito que se introduz na estratégia é o conceito de limite de uma sucessão, este estudo é o ensino preparatório para o estudo dos limites de funções. Por isso, o seu tratamento deve constituir o elo entre as funções e a formalização do conceito de aproximação no sentido de "infinitamente próximo" aplicado ao estudo do comportamento local e global das funções. Nesse sentido, o potencial dos programas informáticos deve ser usado para mostrar os infinitos processos de aproximação a um valor das sucessões. Ballester *et al.* (2002), afirmam que,

os conceitos são uma categoria especial no ensino da Matemática, uma vez que constituem a forma fundamental como opera o pensamento matemático. Esta abordagem revela a importância da elaboração de conceitos e suas definições no ensino da matemática, pois, é fundamental para a compreensão das relações matemáticas e pré-requisito para o desenvolvimento da capacidade de aplicar o que foi aprendido de forma segura e criativa.

A pesquisa revela que as tendências de “ensino baseado em problemas” e de “ensino da resolução de problemas Matemática”, integradas no Programa Heurístico Geral com recurso ao software GeoGebra, permitem melhorar o PEA do Ensino da Matemática. O PEA da Matemática na 12ª classe inova ao integrar a RPM com recursos tecnológicos avançados. Esta abordagem, exemplificada pelo uso do GeoGebra, transforma conceitos abstratos em experiências interativas, promovendo uma compreensão mais



profunda e uma participação activa dos alunos. A metodologia visa desenvolver habilidades cognitivas e afetivas, preparando futuros professores para uma prática educativa moderna e eficaz. Esta integração não só moderniza o ensino da Matemática, mas também habilita os alunos com competências essenciais para enfrentar os desafios contemporâneos, alinhando-se às demandas educativas do século XXI.

### 3. METODOLOGIA

A pesquisa envolveu uma metodologia qualitativa e quantitativa na recolha e análise de dados, para entender tanto as percepções e experiências dos professores e alunos (abordagem qualitativa) quanto os resultados mensuráveis com a aplicação da estratégia didáctica (abordagem quantitativa). Foram aplicados métodos teóricos, empíricos e estatísticos. Em correspondência com a definição das variáveis, foram consideradas 14 questões, que integraram o Inquérito, e que foram agrupadas em duas dimensões: a preparação do professor para direccionar o PEA e a actividade dos alunos e do grupo, especialmente em termos de domínio dos conteúdos conceptuais. A amostra incluiu 117 alunos da 12ª classe, de um universo de 287 alunos, distribuídos em quatro turmas e oito professores de Matemática e três membros da direcção.

#### 3.1. Diagnóstico

Para avaliar a eficácia das acções desenvolvidas nas aulas de Matemática e para melhor entendimento do PEA foram realizadas várias actividades de diagnóstico, nomeadamente: i) Inquéritos: 117 alunos, aos oito professores e aos três aos membros da direcção (amostra) com vista a conhecer a opinião dos participantes sobre as acções desenvolvidas nas aulas de Matemática para a aprendizagem das matérias e RPM; ii) Foram realizadas doze observações de aulas ao longo de um semestre para avaliar as acções de alunos e professores e diagnosticar o estado do PEA da RPM na disciplina de Matemática, bem como as suas modificações com a implementação da estratégia didáctica; iii) Prova Pedagógica 1 (antes da implementação da estratégia) e Prova Pedagógica 2 (depois da implementação da estratégia) para verificar o nível de conhecimento dos alunos e o domínio na resolução de exercícios e problemas matemáticos modelados; iv) Análise de documentos normativos para entender as concepções, os argumentos teóricos e metodológicos que sustentam o PEA da disciplina Matemática na formação de professores para o ensino primário.

A metodologia utilizada para avaliar a eficácia da estratégia didáctica no PEA da RPM na disciplina de Matemática da 12<sup>a</sup> classe teve como base um pré-experimento inicial (prova pedagógica 1) onde se pretendia medir a variável de desempenho dos alunos, cuja mediana indicou um nível conhecimento de matemática insatisfatório, mas também as habilidades dos professores. E pré-experimento final (prova pedagógica 2) foi aplicado após implementação da estratégia e pretendeu medir se houve alterações no desempenho dos alunos, designadamente ao nível do conhecimento de matemática, bem como saber se houve alteração na capacitação dos professores após a formação recebida.

A implementação da estratégia didáctica incluiu os seguintes elementos:

- Observação participante: por meio do monitoramento do progresso das acções e realização de ajustes necessários ao longo do processo.
- Utilização de tarefas específicas: as actividades foram cuidadosamente planeadas de acordo com as necessidades identificadas nos alunos.
- Uso de softwares matemáticos: aumentou significativamente a motivação dos alunos, promoveu o trabalho colaborativo e permitiu uma melhor atenção às diferenças individuais.

A combinação desses elementos visou melhorar o desempenho dos alunos na RPM e melhorar o PEA como um todo.

### **3.2. Procedimentos**

A realização da pesquisa decorreu ao longo de um semestre e compreendeu duas etapas: a primeira fez a caracterização da população da amostra e testes para validação do modelo da estratégia didáctica e a segunda preparou os professores para a implementação da estratégia didáctica no PEA da disciplina de Matemática.

### **3.3. Caracterização da amostra**

Para a primeira etapa da pesquisa, foram identificados os pontos fortes, fracos e as necessidades dos professores e alunos. A amostra desta pesquisa compreende um total de 128 participantes, incluindo 117 alunos da 12<sup>a</sup> classe, 8 professores e 3 membros da direção (Vice Directora Pedagógica, coordenador do curso de Matemática/Física e coordenador da disciplina de matemática). Os alunos, com idades entre os 17 e 19 anos, provêm de diversos contextos socioeconómicos.



Quanto aos recursos tecnológicos, 73 alunos possuem telemóvel digital, 39 nenhum recurso informático e cinco (5) dispõem de computador em casa. Entre os docentes, seis (6) possuem computador pessoal e dois (2) utilizam o computador da escola para fins pedagógicos.

Dos oito (8) professores, três (3) são licenciados em Ensino da Matemática, dois (2) são licenciados em Economia e três (3) são Mestres em Ensino da Matemática. A experiência profissional destes, varia entre cinco e vinte anos de serviço e todos mostram interesse em participar no estudo de estratégia didáctica (software Geogebra).

O estudo revelou que a maioria destes alunos apresenta um desempenho escolar em Matemática entre regular e insatisfatório, onde se observa um baixo nível de interesse e motivação. Notou-se uma tendência para a reprodução de conhecimentos sem iniciativa para uma aprendizagem mais profunda, bem como uma falta de independência na assimilação de conteúdos e realização de trabalhos individuais.

### **3.4. Preparação dos professores e implementação da estratégia didáctica**

A segunda etapa da pesquisa (preparação dos professores), consistiu em familiarizá-los com a estratégia didáctica através de quatro sessões de capacitação, de três horas cada (total de 12 horas), no período de um trimestre, nas quais foram abordados:

- 1º Encontro – serviu para familiarizar os professores com a estratégia didáctica e o planeamento anual do PEA da disciplina de Matemática, com destaque para: i) definição clara dos objectivos de aprendizagem para a disciplina; ii) seleção e organização dos conteúdos a serem ensinados; iii) definição de metodologias mais eficazes para o ensino da matemática incluindo o uso das TIC's; iv) identificação e preparação dos recursos necessários para apoiar o ensino, como livros, softwares e sua utilização; v) estratégias para avaliar o progresso dos alunos, incluindo a elaboração de provas, trabalhos práticos e outras formas de avaliação contínua; e, vi) técnicas para manter os alunos motivados.
- 2º Encontro – realizou-se a abordagem de RPM, com destaque para: i) a conceptualização de problemas; ii) as principais tendências do ensino da matemática; e, iii) abordagem do ensino da resolução de problemas.

3º Encontro – promoveu i) acções para identificação, formulação e resolução de problemas; ii) preparação de exercícios e problemas e, iii) utilização dos softwares como Geogebra e Derive.

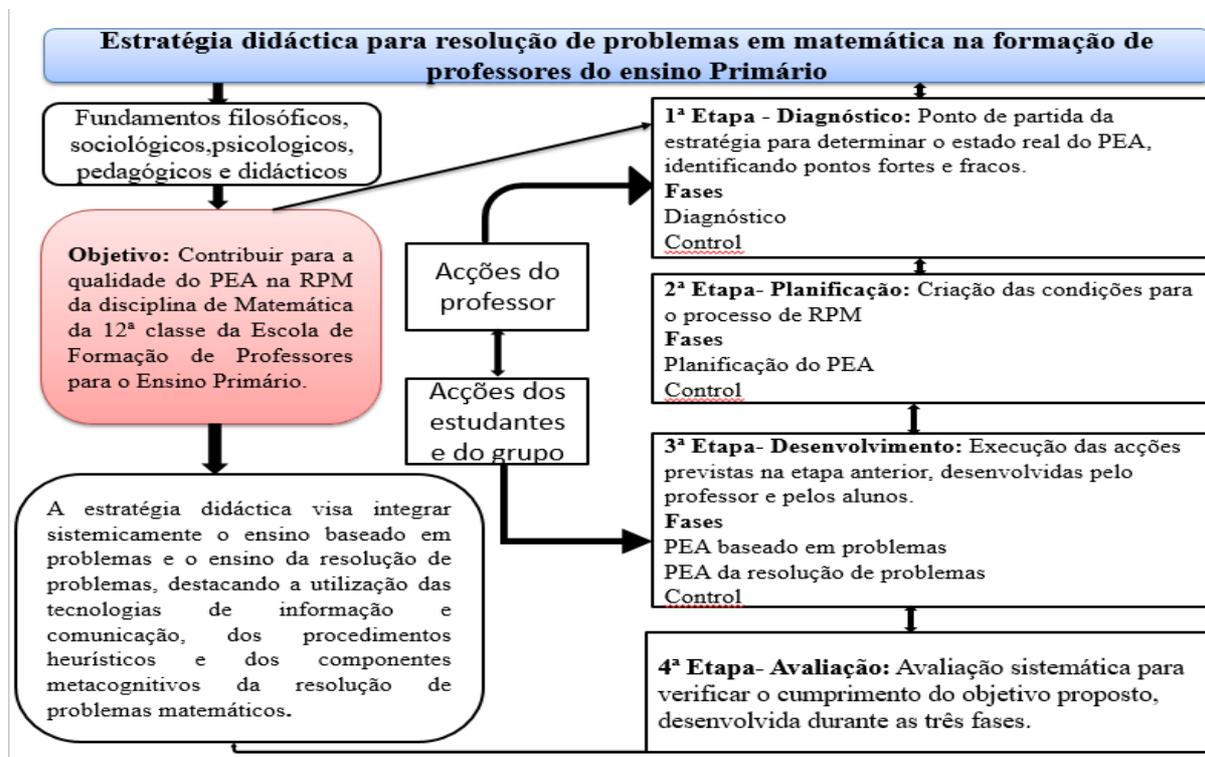
4º Encontro – Planificação de sistemas de aulas considerando a relação objectivo-conteúdo-métodos-meio para promover a RPM.

### **3.5. Implementação da Estratégia Didáctica no PEA da Disciplina de Matemática**

Prosseguindo com a investigação, a segunda fase concentrou-se na operacionalização da estratégia didáctica que contribui para o PEA da RPM na disciplina de Matemática da 12ª classe da Escola de Formação de Professores para o Ensino Primário. Esta fase considerou definições de estratégias didácticas propostas por diversos autores, incorporando aspectos de entre os quais se destaca a importância de um conjunto de acções sequenciais e inter-relacionadas, que levam em conta o estado inicial para o desenvolvimento das actividades subsequentes. Além disso, foram considerados os componentes do PEA, com acções especificamente direccionadas para melhorar o desempenho tanto do professor quanto dos alunos, visando uma abordagem integrada e eficaz no PEA da RPM. A estratégia didáctica considerou ainda as exigências da Formação de Professores para o Ensino Primário descritas na Lei n.º 32/20 (2020) e o programa da disciplina.

De acordo com De Guzman (2009), uma das tendências inovadoras na Educação Matemática é o uso da história para compreender ideias difíceis de maneira mais adequada, motivar e destacar o surgimento dos diferentes métodos de pensamento matemático. Considerando a complexidade dos conceitos de limite e derivada, assume-se como problemas essenciais para a apresentação do conteúdo os problemas que no seu percurso histórico, deram origem a esses conceitos.

O modelo conceptual da estratégia didáctica proposta integra: reflexão fundamentos filosóficos sociológicos, psicológicos, pedagógicos e didácticos; definição objectivos; identificação da estratégia didáctica; as acções do professor, dos alunos e do grupo; as quatro etapas i) diagnóstico; ii) planificação; iii) desenvolvimento e iv) avaliação, do PEA na RPM da Matemática na 12ª classe, estão intimamente relacionadas e coordenadas, conforme Figura n.º 1.

**Figura 1 – Modelo conceptual da estratégia didáctica**

Fonte: Elaboração dos autores

### 3.6. Estratégias de ensino da matemática na 12ª classe: foco em limites e derivadas

Os conteúdos ministrados na 12ª classe foram especificamente de Análise Matemática I, ciência das aproximações infinitas que constitui a base de todos os problemas de aproximações sucessivas. Quando a estratégia foi implementada, um problema essencial foi proposto no início de cada sistema de aulas que, quando resolvido, aborda o conceito de aproximação infinita. As actividades foram postas em prática no horário de aulas, onde os problemas que historicamente tiveram impacto directo no surgimento dos conceitos foram determinados como problemas essenciais a apresentar no início de cada subunidade temática.

#### Problema 1: aproximações infinitas (limite)

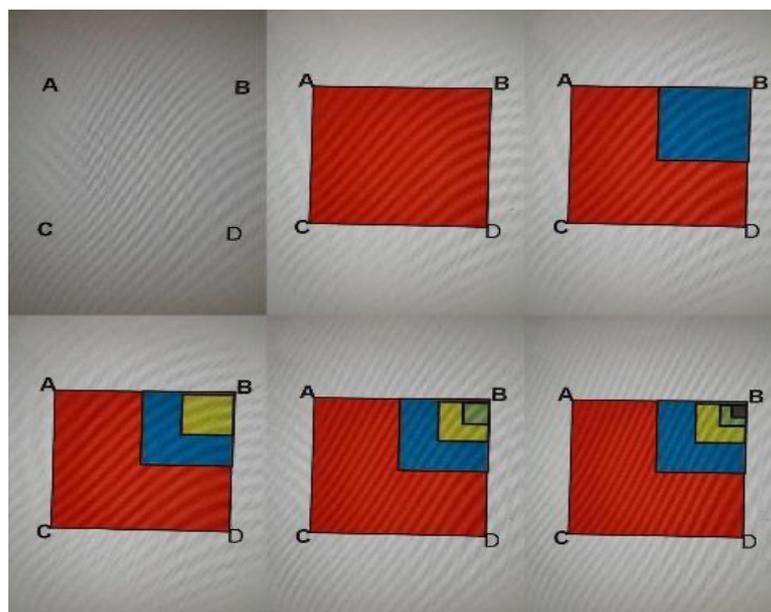
A necessidade de formalizar a aproximação no seu sentido “infinitamente próximo” é abordada propondo situações relacionadas com a prolongação ilimitada do processo de procura de uma medida comum, quão infinitamente pequena pode ser essa

magnitude e o cálculo de longitudes. Para a introdução dos conteúdos relacionados às sucessões numéricas, foi proposto o seguinte problema: Dado um quadrado ABCD cuja longitude do lado é igual a uma unidade, qual a longitude dos lados dos quadrados que resultam da união dos pontos médios dos lados do quadrado dado?

Objectivos do Problema: i) compreender o problema; ii) encontrar e dar solução ao problema; iii) fazer o controle e avaliação.

Para trabalhar com o problema proposto o professor motivou os alunos, deu orientações práticos apropriados para garantir que compreendessem o problema e reconhecessem como determinar o termo da sucessão e o limite da sucessão. Os alunos utilizaram os métodos mais comuns, relacionaram o conhecimento que possuíam com o que foi dado e, através da procura de uma solução, desenvolveram novos conceitos, teoremas ou procedimentos. O professor refletiu sobre a prática, fez correcções ajustes que permitiu melhorar a aplicação do método e procedimentos nas aulas seguintes. Utilizou-se a geometria para vincular os conteúdos que os alunos possuíam e estabeleceu-se um sistema de aproximações sucessivas ao ponto B, utilizando o PowerPoint para evidenciar o processo que pode ser repetido indefinidamente, como demonstrado na Figura 2.

**Figura 2 - Representação geométrica de aproximações sucessivas ao ponto B**



Fonte: Elaboração dos autores



### Acções do professor - orientações práticas mediante perguntas:

- Se repetirmos este processo unindo os pontos médios do quadrado resultante, qual será a longitude dos lados desse quadrado quando aplicarmos este procedimento três, quatro, enésimas vezes?
- Quantas vezes será possível aplicar este procedimento?
- Se o ponto 0 (zero) for o centro do quadrado de lado igual a 1, esse ponto fará parte de algum lado do quadrado?
- Existirá um valor para o qual tendem as longitudes dos quadrados obtidos pela aplicação deste procedimento?

### Acções dos alunos

Os alunos relacionaram os conhecimentos que tinham com o problema dado, trocaram experiências para encontrar a solução, determinaram o termo geral da sucessão numérica (abaixo) e participaram da execução dos procedimentos de solução do problema.

$$U_n = \frac{1}{2^n}$$

O professor apresentou aos alunos o conceito de limite e como ele é determinado; os primeiros termos da sucessão foram determinados a partir do termo geral. Assim, a estratégia do problema funcionou como base para a resolução de problemas de sucessão e limite.

### Problema 2: derivadas e tangentes

Considera-se um problema essencial para a derivação de funções reais e suas propriedades, tendo em conta a tendência “o ensino baseado em problemas”, os três problemas que historicamente deram origem ao conceito de derivada. Utiliza-se o problema geométrico da determinação da tangente a uma curva em qualquer ponto do seu domínio, a velocidade instantânea de um automóvel num determinado momento e a densidade de uma linha material num determinado ponto.

Para a introdução dos conteúdos relacionados à derivação de funções reais e suas propriedades, foi proposto o seguinte problema: Achar a equação da recta tangente (t) a uma curva, com a função,

$$y = f(x)$$

Objectivos do Problema: i) identificar problema; ii) compreender o problema; iii) encontrar e dar solução ao problema; iv) fazer o controle e avaliação.

Para a formação e assimilação do conceito de derivada da função em um ponto, os alunos recorrem a conhecimentos prévios fundamentais (conceito de limite, propriedades e gráficos de funções elementares). O professor perguntou aos alunos se a situação constituía ou não um problema. Para a resolução do problema, o professor orientou os alunos a: i) determinar a recta tangente a uma curva em um ponto qualquer do seu domínio; ii) analisar o que acontece quando a recta tangente à curva é perpendicular ao eixo x; iii) analisar o que acontece quando a recta tangente à curva é paralela ao eixo  $x$ .

Se os alunos não conseguem resolver com os meios que têm à disposição até o momento, orientações práticas são dadas aos alunos. Para elaborar a definição de derivada de uma função, seguiram-se as orientações do Programa Heurístico Geral para oferecer um resumo detalhado da sua estruturação metodológica. Os problemas foram analisados detalhadamente e utilizou-se o GeoGebra para materialização da construção de uma sucessão de secantes à curva, cuja posição limite foi precisamente a recta tangente à curva no ponto dado (Tabela 1).

**Tabela 1 - Aplicação do Programa Heurístico Geral na resolução do problema**

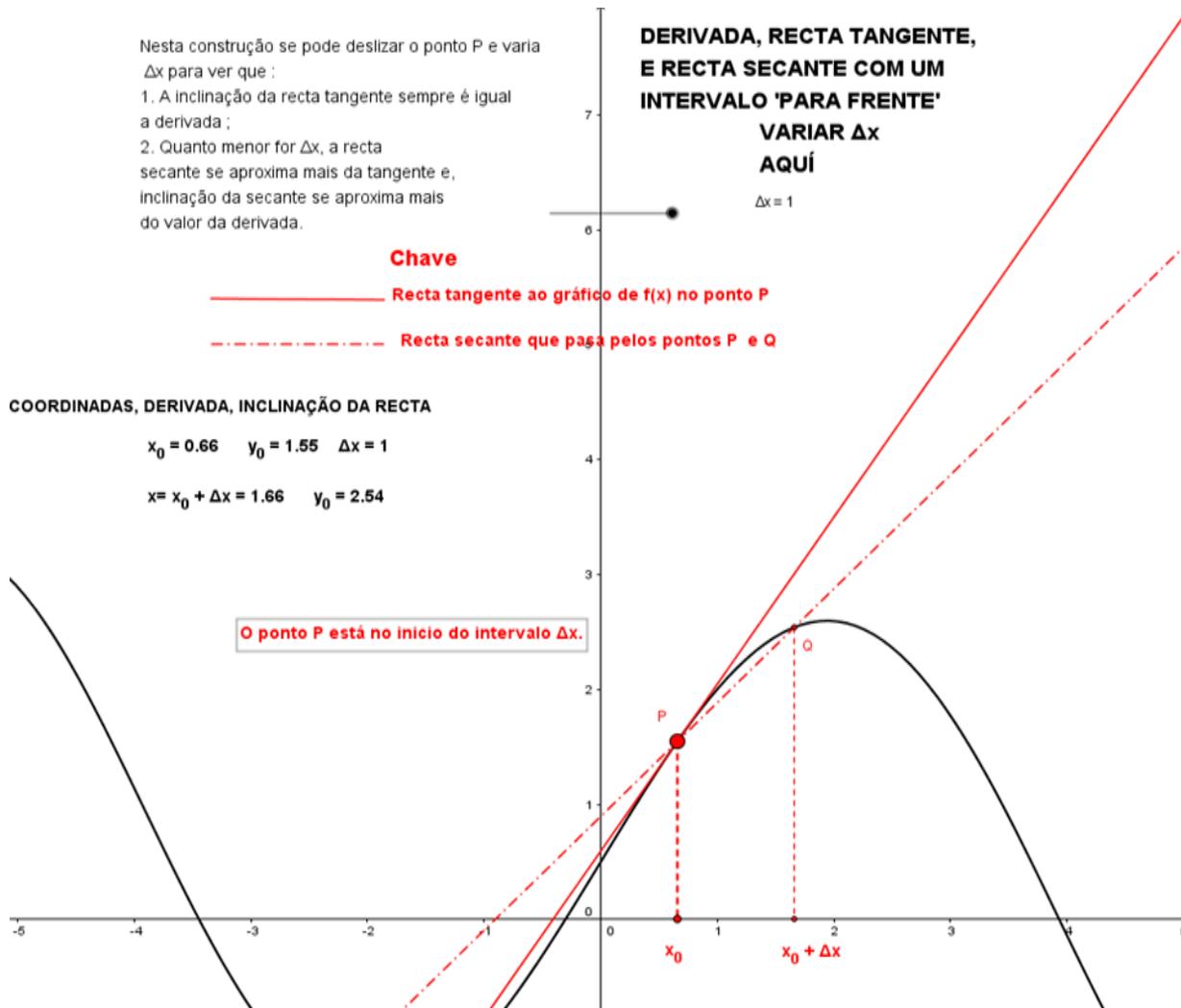
Orientação para o problema	Condições de partida: Plano cartesiano, conceito de variação, rectas (tangente e secante), razões trigonométricas no triângulo retângulo, limite e continuidade
	Motivação: Tangente a uma curva em um ponto, velocidade instantânea de um móvel, densidade de uma linha material em um ponto; Orientação ao objectivo
Trabalhe no problema	Análises de diferenças e semelhança entre eles
	Características não comuns: situações de física e outras de matemática;

	representações das funções correspondentes, diferentes posições dos pontos escolhidos; Características comuns essenciais: existência em todos os casos de um limite da taxa de crescimento da variável independente quando esta tende a zero
Solução do problema	Definição da derivada: formalização
Retrospectiva e perspectivas	Análise de caso do conceito de limite, considerações sobre a conveniência da definição Explicação da estratégia aplicada na formação do conceito

Fonte: Elaboração dos autores

Para tornar a explicação mais interactiva e compreensível, o professor empregou o software GeoGebra, que promove a visualização geométrica interativa e algébrica simultaneamente. O professor, explicou aos alunos que o gráfico da função  $f(x)$  é representado por uma curva no plano cartesiano  $xy$ . Para ilustrar o conceito de derivada, focou na inclinação da recta secante  $s$ , que passa pelos pontos  $P(x_0; y_0)$  e  $Q(x_0 + \Delta x; y_0 + \Delta f)$  nesta curva. O GeoGebra permitiu aos alunos observar em tempo real as mudanças na inclinação da recta secante à medida que os pontos se aproximavam ou se afastavam. Como se apresenta nas Figuras 3 e 4, (a primeira demonstra a variação da função e a segunda mostra a inclinação da recta), o professor demonstrou que, à medida que  $x$  (final) vai se aproximando de  $x_0$  (inicial), o ponto  $Q$  vai convergindo para o ponto  $P$ . Neste processo, a recta secante gradualmente transforma-se na recta tangente à curva no ponto  $P$ . Esta transição ilustra o conceito fundamental da derivada.

O professor enfatizou que, no limite desta aproximação, a recta secante forma um ângulo de inclinação  $\alpha$  com o eixo  $x$ . Este ângulo é fundamental, pois sua tangente trigonométrica ( $\text{tg } \alpha$ ) é geometricamente igual à derivada da função  $y = f(x)$  avaliada no ponto  $x_0$ . (Figura 3)

**Figura 3 - Interpretação geométrica da definição de derivada**


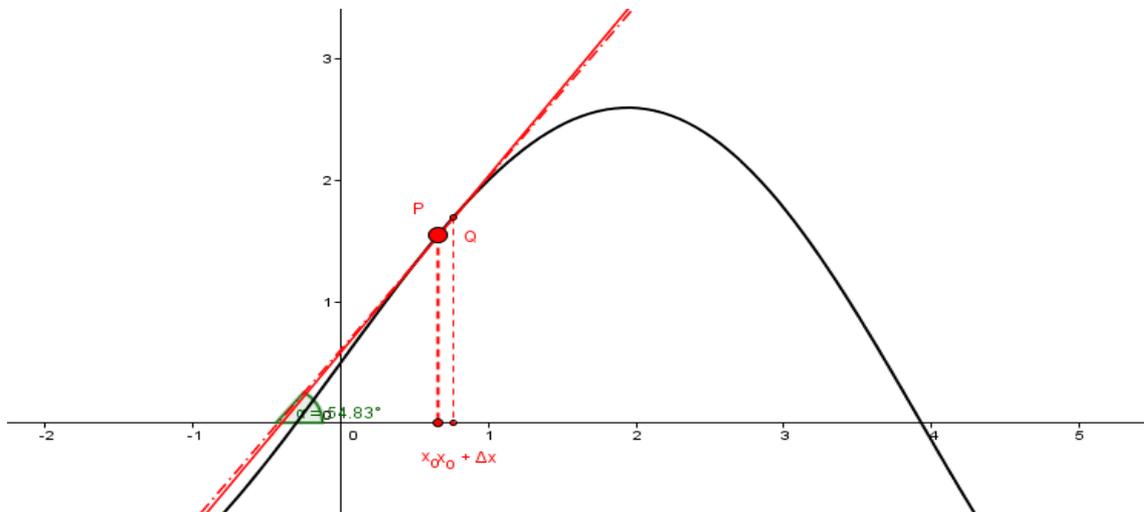
Fonte: Elaboração dos autores

Além disso, o professor explicou que esta tangente do ângulo ( $\alpha$ ) representa o coeficiente angular da recta tangente à curva neste ponto específico que, por sua vez, fornece a taxa instantânea de variação da função no mesmo ponto que é precisamente a definição da derivada

O professor concluiu destacando como o GeoGebra facilita a compreensão destes conceitos abstratos, permitindo aos alunos manipular os pontos e observar as mudanças em tempo real, conectando assim a intuição geométrica com o rigor matemático do cálculo diferencial (Figura 4).



**Figura 4 - Inclinação da recta tangente**



Fonte: Elaboração dos autores

Assim, formaliza-se a definição de derivada de uma função de variável real em um ponto e os alunos estarão em condições de calcular a derivada de  $f(x)$  por definição:

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta f}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta f}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x) - f(x_0)}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x}$$

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x} = f'(x_0)$$

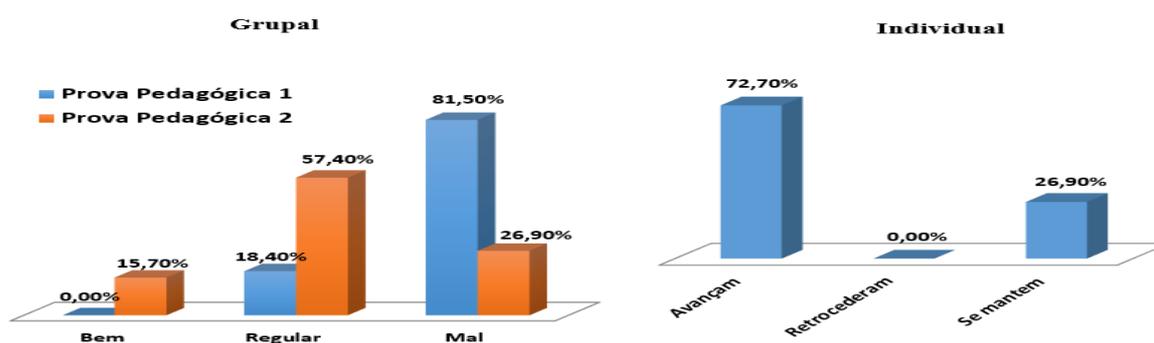
#### 4. RESULTADOS

A análise dos dados coletados durante a pesquisa revelou resultados positivos quanto à eficácia da estratégia didática implementada no PEA da RPM. Neste caso foram tidos em conta os instrumentos utilizados: i) Inquéritos; ii) Guiões de observação de aula; iii) Provas pedagógicas aplicados no pré-experimento (1-inicial e 2-final), onde foi possível apurar ao nível da prova individual um claro progresso dos alunos, cerca de 70% conseguiram avançar em relação à prova global.

Com a implementação da estratégia didáctica, observou-se uma transformação significativa, quer na forma como o professor conduz o PEA de RPM, quer na acções das actividades do aluno e do grupo promovendo a aprendizagem para RPM. Os professores evidenciam uma melhoria das suas habilidades pedagógicas, especialmente na promoção da participação activa dos alunos. Passaram a utilizar com eficiência as técnicas de aprendizagem baseadas em resolução de problemas e a incorporar ferramentas como softwares de geometria dinâmica (Geogebra) nas suas aulas. O ensino de estratégias metacognitivas foi significativamente melhorado, com os professores a orientarem os alunos a reflectir sobre os seus próprios processos de pensamento, planear abordagens para resolver problemas e avaliar a eficácia das suas soluções o que resultou numa compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos matemáticos, permitindo aos alunos desenvolver um pensamento crítico e autónomo. Além disso, os professores tornaram-se mais capacitados em estabelecer conexões relevantes entre a matemática e a prática profissional, contextualizando o que aprendem e demonstrando a importância prática dos conceitos ensinados.

Por sua vez, os resultados dos Inquéritos e da Prova Pedagógica 2, aplicada aos alunos no término do processo, desempenhou um papel crucial na avaliação. Esta prova avaliou os conhecimentos dos alunos de forma colectiva e individual, onde é possível verificar um aumento significativo do conhecimento da matemática, correspondente a 72,70%, na participação activa e motivação dos alunos nas aulas, quando comparados com os resultados da Prova Pedagógica 1, conforme gráficos 1 e 2.

**Gráfico 1 e 2 - Comparação do resultado das provas pedagógicas 1 e 2**



Fonte: Elaboração dos autores

Os resultados quantitativos demonstraram mudanças: dos 117 alunos participantes, 84 (correspondendo a 72,7%) demonstraram melhorias significativas, designadamente quanto às habilidades para a resolução de exercícios e problemas matemáticos.

O pré-experimento (Prova de hipótese) foi implementado com um grau de confiabilidade de 99% e parece apontar para uma tendência de melhoria na aprendizagem dos alunos e na capacitação dos professores para o PEA da disciplina de Matemática.

A análise final do PEA da RPM, considerou o cômputo dos instrumentos utilizados: Inquéritos constituídos por 14 questões; os guiões de observação de aula (doze); Provas pedagógicas 1 e 2, aplicadas às duas dimensões. A mediana apurada, antes e depois da implementação do modelo da estratégia didáctica no PEA, permite constatar as melhorias introduzidas pelo processo, desde logo expressas na alteração da classificação de Bom para a dimensão “Direcionamento do PEA de RPM” e de Regular para a dimensão “Actividade de alunos e grupos que promove a aprendizagem para resolver problemas matemáticos” (vide Tabela 2).

**Tabela 2 - Estado das dimensões, antes de depois da implementação do modelo estratégia didáctica no PEA**

Dimensões	Ao início	Ao final
Direcionamento do PEA de RPM	Regular	Bom
Actividade de alunos e grupos que promove a aprendizagem para resolver problemas matemáticos	Mal	Regular

Fonte: Elaboração dos autores

As dimensões analisadas apresentaram uma avaliação qualitativamente superior no final do processo, indicando uma evolução em relação ao estado inicial.

Os resultados dos questionários e das observações de aula, apuraram que os professores de matemática, consideraram “Muito Adequadas” e “Bastante Adequadas” respectivamente as estratégias didácticas no PEA da disciplina de Matemática e a aplicação do modelo.

Assim, parece evidente que a compreensão da relevância da disciplina de Matemática para a futura carreira dos alunos, tornou-se clara e isso reflectiu-se num maior interesse e dedicação aos estudos. Os alunos passaram a demonstrar maior proficiência no uso das TIC's, aplicando na prática ferramentas digitais para resolver problemas e visualizar conceitos matemáticos complexos. A aplicação de estratégias metacognitivas pelos alunos tornou-se uma prática no seu quotidiano, demonstrando uma maior capacidade de planear, monitorizar e avaliar a sua própria aprendizagem.



Estes factos revelaram uma melhoria substancial na capacidade dos alunos resolverem problemas matemáticos, incluindo tópicos avançados como limites, funções e derivadas. Os alunos passaram a abordar esses desafios com mais confiança e criatividade, utilizando uma variedade de métodos e estratégias para encontrar soluções. Tanto professores quanto alunos sentiram-se mais motivados e capacitados. Os resultados evidenciaram que a matemática deixou de ser vista como uma disciplina abstracta e intimidante, transformando-se numa ferramenta relevante para o desenvolvimento pessoal e profissional.

Em suma, os resultados obtidos nesta pesquisa forneceram evidências sólidas sobre a eficácia da estratégia didáctica implementada: i) a melhoria significativa do conhecimento da matemática, observada em mais de 70% dos alunos participantes; ii) o reforço da capacitação dos professores; iii) os resultados progressivos da dimensão do estado inicial do PEA de RPM, que melhoram de regular para bom; iv) os resultados progressivos da dimensão inicial da capacidade dos alunos e grupos resolverem exercícios e problemas matemáticos melhoram de mal para regular; v) a melhoria das práticas pedagógicas no ensino da Matemática, particularmente no que diz respeito à Resolução de Problemas Matemáticos.

## 5. DISCUSSÃO

O objectivo deste estudo é rever o paradigma do ensino tradicional, favorecendo uma metodologia que torna os conceitos matemáticos relevantes para os alunos, desenvolvendo o pensamento crítico e a criatividade matemática.

O PEA da disciplina de Matemática através da RPM é considerado eficaz, promovendo um papel mais activo dos alunos. Historicamente, a resolução de problemas era aprendida por imitação, mas a ênfase actual está em ensinar procedimentos que transferem saberes (Cai & Hwang, 2019).

Conforme já destacado neste artigo, a RPM desempenha um papel crucial no PEA da disciplina Matemática, tanto como conteúdo curricular quanto como metodologia. Em Angola, o ensino da Matemática enfrenta desafios significativos, com turmas superlotadas e uma abordagem tradicional centrada em conceitos básicos, que tornam os alunos passivos. A acrescer a isso está a demanda social pelo ensino da resolução de problemas, que ainda é pouco atendida em Angola, sendo frequentemente tratada como um item isolado. A Formação de Professores em Angola



deve-se focar em metodologias activas e investigativas, conforme a Lei de Bases n.º 32/20, (2020). No entanto, os programas e as práticas do PEA da disciplina de Matemática nem sempre reflectem as necessidades locais, resultando em conteúdos programáticos desactualizados e maus resultados dos alunos.

Estudos como os de Smith *et al.* (2020) e Johnson (2019) destacam que a eficácia da metodologia baseada em problemas melhora a compreensão matemática e promove habilidades críticas. A pesquisa de Mendes (2021) sugere que a integração de tecnologias pode facilitar a resolução de problemas e envolver os alunos. A pesquisa que desenvolvemos e que implementou as estratégias didácticas para a resolução de problemas e exercícios de matemática constatou que o emprego das TIC's, o reforço de competência de didáctica do ensino da matemática aos professores, associada à inovação introduzida no PEA na RPM permitiu desenvolver habilidades críticas e capacidade de resolução de problemas de modo prático, tal como corroborado por Smith *et al.* (2020), Johnson (2019) e Mendes (2021). Deste modo, e com base nos resultados da pesquisa, podemos afirmar que a utilização de estratégias didácticas inovadoras no PEA da disciplina de Matemática, na Escola de Formação de Professores, contribui para melhorar conhecimentos e habilidades.

Nos Seminários Internacionais de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM), Onuchic e Allevato apresentaram trabalhos significativos sobre a resolução de problemas no ensino de matemática onde analisaram contextos de ensino e aprendizagem baseados em problemas geradores, utilizando a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas (Allevato & Onuchic, 2014, citado por Allevato & Onuchic, 2019). Neste sentido, a investigação parece alinhada com o defendido por Onuchic e Allevato, porquanto os resultados da implementação do modelo de estratégias didácticas no PEA da RPM da disciplina de Matemática, nos permite concluir que a resolução de problemas é uma abordagem eficaz para explorar conceitos matemáticos fundamentais e promover uma aprendizagem integrada e sistémica.

O objectivo do nosso estudo era demonstrar, como julgamos ter feito, que a utilização de estratégias didácticas específicas para a Formação de Professores melhora a qualidade do ensino da disciplina de Matemática, valorizando tanto as "grandes ideias" da Matemática Escolar, quanto a integração de conceitos, como as Aproximações Infinitas, de forma contextualizada e significativa. A eficácia da RPM surge como um método que explora conceitos matemáticos fundamentais e promove uma aprendizagem integrada.



A pesquisa também enfatiza a importância de preparar os futuros professores com diversas técnicas pedagógicas, capacitando-os a adaptar o seu ensino às necessidades individuais dos alunos e criar ambientes de aprendizagem estimulantes e inclusivos onde se promova o pensamento crítico e a capacidade de aplicar conceitos matemáticos em contextos práticos e significativos. O propósito final é formar professores capazes de inspirar e desenvolver o potencial matemático de cada criança, contribuindo para uma sociedade matematicamente alfabetizada e preparada para os desafios contemporâneos.

A análise crítica da bibliografia destaca que a resolução de problemas é essencial para o desenvolvimento cognitivo, apesar de não ser uma prática comum nas escolas angolanas devido à falta de preparação dos professores. É crucial mudar essa situação para que os alunos aprendam a resolver problemas de forma eficaz.

## 6. CONCLUSÃO

Esta investigação sistematizou os referenciais teóricos e metodológicos que sustentam o PEA da RPM da disciplina de Matemática, identificando as necessidades da Formação de Professores em Angola e as concepções actuais sobre a RPM, incluindo o uso das TIC's e o Ensino da Didáctica da Matemática.

A estratégia didáctica implementada na Escola de Formação de Professores permitiu chegar as seguintes conclusões: i) identificar insuficiências no condução do PEA pelos professores e fragilidades na aprendizagem dos alunos; ii) compreender a actividade heurística de alunos e de professores dinamizadas no PEA da RPM da disciplina de Matemática; iii) contribuir para a capacitação dos professores; iv) melhoria dos conhecimentos de matemática dos alunos; v) introduzir o uso das TIC's para visualização, dinamismo, experimentação e simplificação de cálculos, e para a utilização de procedimentos heurísticos e algorítmicos na resolução de problemas; vi) estabelecer relações entre os conteúdos da 12ª classe e os que serão lecionados por estes alunos quando se formarem para a via ensino; vii) promover relações interdisciplinares entre Matemática, Física e Ciência da Computação, aplicando problemas matemáticos de outras ciências e da vida quotidiana; viii) elaborar material teórico-metodológico focado no ensino da Matemática baseado em problemas.

Assim, a estratégia didáctica proposta neste estudo integra tendências do ensino da resolução de problemas, o uso das TIC's, procedimentos heurísticos, componentes



metacognitivos e afectivos, e acções do professor e do aluno que favorecem a aprendizagem da resolução de problemas (ambas as tendências foram consideradas no Modelo conceptual da estratégia didáctica).

Embora esta investigação não tenha esgotado todos os problemas relacionados à RPM, ela destaca a pertinência de divulgar metodologias para dinamizar o PEA da RPM da disciplina de Matemática. Pesquisas futuras devem aprofundar esse assunto em outros níveis de escolaridade e explorar estratégias didácticas para o ensino da matemática, o uso de TIC's e o trabalho interdisciplinar para favorecer a RPM. A estratégia didáctica proposta pode ser aplicada a outros níveis de ensino.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Addine, F. et al. (2004). *Didáctica: Teoría y Práctica*. Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación.

<https://books.google.co.ao/books?id=zOUREAAAQBAJ&lpg=PP1&hl=pt-PT&pg=PP1#v=onepage&q&f=false>.

Almeida, B. (2020). *Estrategias heurísticas en la enseñanza de la matemática*. ISP" Juan Marinello", Universidad Pedagógica, Matanzas, Cuba.

<https://www.scribd.com/document/433737938/>

Allevato, N., & Onuchic, L. (2014). Ensino-aprendizagem-avaliação de matemática: Por que através da resolução de problemas. In L. R. Onuchic et al. (Orgs.), *Resolução de problemas: teoria e prática* (pp. 35-52). Paco.

Allevato, N. S. G., & Onuchic, L. R. (2019). As conexões trabalhadas através da resolução de problemas na formação inicial de professores de matemática. *REnCiMa*, 10(2), 1-14. <https://www.researchgate.net/publication/335076640>

Alonso, I. y Martínez, M. (2003). La resolución de problemas matemáticos. Una caracterización histórica de su aplicación como vía eficaz para la enseñanza de la matemática. *En Revista Pedagogía Universitaria*, 8 (3).

Álvarez, M. (2004). La resolución de problemas en el área de ciencias. En Interdisciplinarietà. Una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Editorial Pueblo y Educación.



Álvarez de Zayas, C. (1992). La escuela en la vida. Editorial Félix Varela.

Assembleia Nacional. (2021). Decreto Presidencial n.º 222/20, de 20 de Agosto de 2020: Estatuto Orgânico do Ministério da Educação. *Diário da República* (132).

Ballester, S., et al. (1992, p.134). Metodología de la enseñanza de la matemática T.I. Editorial Pueblo y Educación.

Ballester, S., et al. (2002 b). Cuaderno de tareas, ejercicios y problemas de Matemática. Séptimo grado. Editorial Pueblo y Educación.

Cai, J. & Hwang, S. (2019). Learning to teach through mathematical problem posing: Theoretical considerations, methodology, and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, 102, 101391. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883035518318093>.

Campistrous, L. & Rizo, C. (2013). La resolución de problemas en la escuela. Trabajo presentado en el VII CIBEM, 343-354. Montevideo, Uruguay.

Castellanos, D. (2005). Estrategias para promover el aprendizaje desarrollador en el contexto escolar. Sello editor Educación Cubana.

Dante, L. (2009). *Formulação e resolução de problemas de matemática: teoria e prática*. Editora Ática, 2009.

De Guzmán, M. (2009). Tendencias innovadoras en Educación Matemática. Universidad Complutense de Madrid (<http://www.matemático.net>.)

Delgado, J. R. (1999). La enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Dos elementos fundamentales para lograr su eficacia: la estructuración sistémica del contenido de estudio y el desarrollo de las habilidades matemáticas. (Tese Doutoramento. La Habana. Cuba.

Diniz, M. (org.). (2001). Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender matemática (87-98). Artmed Diez, T. (2011). El uso del Applets en las Matemáticas de la enseñanza secundaria. Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria. Universidad de Cantabria.

Domingos, C. (2024). *Enfoque didático na resolução de problemas*. Publicia. (<https://www.amazon.es/Enfoque-Did%C3%A1ctico-Resoluci%C3%B3n-Problemas-Optimizando/dp/3639558405>)



Domingos, C. (2017 a). Potencialidades del asistente matemático GeoGebra para fomentar la significatividad y la motivación en el aprendizaje de la matemática. En "Orbita Científica". No 97. V (2). mayo-junio .ISSN:1027-4472.RNPS 1805 folio 2 tomo III.

Domingos, C. (2017 b). Consideraciones acerca de la resolución de problemas matemáticos en la Escuela de formación de profesores para la enseñanza primaria del Huambo, República de Angola. *Orbita Científica*, 2(98) septiembre-octubre.

Domingos, C. (2018). Estrategia didáctica para el proceso de resolución de problemas matemáticos en la disciplina Matemática en la formación de profesores para la enseñanza primaria (Publication No. 3) [PhD finas thesis]. Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona. La Habana, Cuba.

Fazenda, A. (2014). Modelo didáctico basado en la integración sistémica de los diferentes enfoques para la resolución de problemas [Tesis Doctoral]. Santa Clara: Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.

Ferrer, M. (2000). La resolución de problemas en la estructuración de un sistema de habilidades matemáticas en la escuela media cubana [Tesis Doctoral]. Instituto Superior Pedagógico "Frank País". Santiago de Cuba.

Gaulin, C. (2001). Tendencias actuales de la resolución de problemas. *SIGMA*, 19, 51-63.

Governo da República de Angola. (2001). *Estratégia Integrada para a Melhoria do Sistema de Educação (2001-2015)*. Ministério da Educação e Cultura; Ministério do Planeamento e Secretariado do Conselho de Ministros.

Lakatos, E. & Marconi, E. (2021). *Fundamentos da metodologia científica*. (9ª Ed.). Atlas.

Ministério do Ensino Superior, Ciência, Tecnologia e Inovação. (2020, 12 de Agosto). Lei N.º 32/20: Lei Bases do Sistema de Educação e Ensino. *Diário da República* (123), Série I.

Llivina, M. et al. (2000). Un sistema básico de competencias matemáticas. In Centro de Estudios Educativos ISPEJV.

Mateus, J. (2008). La enseñanza y el aprendizaje del Álgebra: Una concepción didáctica mediante sistemas informáticos. (Tese de doutorado). ISPEJV.



Mendes, R. (2021). Integrating technology in mathematics education: A pathway to problem-solving. *International Journal of Mathematics Education*, 45(2), 123-140.

Müller C. (1987). National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) em 1988.

Nolasco, J. M. F., & Melo, J. R. (2022). O GeoGebra e suas contribuições para o ensino de geometria espacial na perspectiva dos professores de matemática. *Conjecturas*, 22(3), 1-16. <https://doi.org/10.53660/CONJ-635-608>

Onuchic, L. (2013). A resolução de problemas na educação matemática: Onde estamos? E para onde iremos? *Revista Espaço Pedagógico*, 20(1), 9-22. <https://doi.org/10.5335/rep.2013.3509>

Onuchic, L.; Allevato, N. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. *Bolema*, 25 (41), 73–98. <http://www.redalyc.org/pdf/2912/291223514005>

Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton University Press. <https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691164076/how-to-solve-it>

Polya, G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*. Distrito Federal, México Editorial Trillas. Programa Heurístico Geral MEM (1992). 1944 de "How to solve it?"

Quitambo, J. A. (2010). *Formação de professores de Matemática no Instituto Superior de Ciências de Educação em Benguela-Angola. Um estudo sobre o seu desenvolvimento*. [Tese de Doutorado]. Universidade de Lisboa, Portugal.

Roegiers, X. (2007). *Formar Professores hoje*. Luanda, Angola. Edições Nova.

SAMAT, (2022). Promoção do estudo e desenvolvimento das Ciências Exactas, com ênfase no ensino das aplicações. Assembleia-Geral, a 29 de Novembro de 2022.

Santos J. (2005). *Educação em Angola. Perspectivas para o desenvolvimento*. Luanda, Angola.

Schöenfeld, A. (1985). *Mathematical problem solving*. New York Academic Press.

Schöenfeld. A. (1991) *Ideas y tendencias en la resolución de problemas* EPIPVBLLI. SA.

Smith, J., Brown, L., & Taylor, K. (2020). Heuristic approaches in mathematics teaching: Enhancing critical thinking skills. *Mathematics Education Review*, 15(4), 201-215.



# REME

Revista Científica  
de Estudos Multidisciplinares  
do Planalto Central

ISUP E KUIKUI II  
INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO  
HUMANIDADES E TECNOLOGIAS



Copyright © 2025. Instituto Superior Politécnico de Humanidades e Tecnologias Ekuikui II

Teixeira, C. de J., & Moreira, G. E. (2022). Ensino-Aprendizagem da Matemática por meio da proposição de Problemas: Uma proposta metodológica. *Revista de Investigação e Divulgação em Educação Matemática*, 6(1). <https://doi.org/10.34019/2594-4673.2022.v6.38476>.

Teófilo de Sousa, R., Ferreira de Azevedo, I. & Régis Vieira Alves, F. (2021). Engenharia didática e Teoria das Situações Didáticas: um contributo ao ensino de Geometria Analítica com o software GeoGebra. *Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as Ciências*, 10(01), 357-379. <https://doi.org/10.22481/rbba.v10i01.8447>

Wongo, E. G. et al. (2015). Estrategia didáctica para el perfeccionamiento del proceso de formación interpretativa en la matemática superior. *Actualidades investigativas en Educación*, 15, (2). <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v15i2.18954>.

Zau, F. (2009). Educação em Angola. Novos trilhos de Desenvolvimento. Luanda.

Recebido em 7 de Outubro de 2024  
Aceite em 5 de Novembro de 2024



Este artigo está licenciado sob a licença: [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Ao submeter o manuscrito o autor está ciente de que os direitos de autor passam para a Revista Científica de Estudos Multidisciplinares do Planalto Central.