

## **DE ARTEFATO A INSTRUMENTO: a integração da calculadora simples por um professor do 6º ano para o ensino de potência**

**Luiz Márcio Santos Farias**

Doutor em Didática da Matemática  
Universidade Federal da Bahia – Bahia – Brasil  
lmsfarias@ufba.br

**Eliane Santana de Souza**

Mestranda em Ensino, História e Filosofia das Ciências  
Universidade Estadual de Feira de Santana – Bahia – Brasil  
annystar\_@hotmail.com

### **Resumo**

A matemática, como disciplina, é temida por parte significativa dos alunos. Muitas vezes essa dificuldade é atrelada à abordagem de ensino da mesma. Um exemplo disso é o ensino do objeto matemático potência, que apresenta definição simples, porém de difícil compreensão pelos alunos (FELTES, 2007). Ao nos depararmos com situações desse tipo, surgem algumas inquietações relacionadas aos obstáculos e à forma abordada desse objeto potência. Pesquisas como a de Feltes (2007), Paias (2009) e Silva (2013) afirmam que as dificuldades no ensino de potência ainda perduram em sala de aula nas diferentes séries da Educação Básica. Assim, questionamos o porquê de não utilizar recursos tecnológicos como um instrumento para o ensino de potência de forma integrada. Delimitamos nosso objeto matemático para construção do conceito de potência a fim de realizar um estudo aprofundado sobre o tema. Nesse sentido, o presente trabalho tem o objetivo de analisar a integração da calculadora como instrumento para a construção do conceito de potência por um professor<sup>1</sup> do 6º ano do Ensino Fundamental. Em busca de alcançar o objetivo, nos embasamos na Teoria da Instrumentação de Rabardel (1995) e na Teoria das Situações Didáticas de Brousseau (1986), para permitir a construção da proposta. Os resultados parciais apontam a necessidade de ampliação de propostas que proporcionem essa integração.

**Palavras-Chave:** Potenciação. Teoria da Instrumentação. Teoria das Situações Didáticas. Integração. Ensino e Aprendizagem.

### **Résumé**

Les mathématiques en tant que discipline, sont l'une des plus redoutées par les élèves. Souvent, cette difficulté est liée à son approche dans l'enseignement. Un exemple est l'enseignement de la puissance, dont la définition est simple, mais difficile à comprendre par les étudiants (FELTES, 2007). Confrontés à ce type de situation, certaines préoccupations concernant les obstacles et l'approche de cet objet émergent. Des recherches telles que Feltes (2007), Paias (2009) et Silva (2013) montrent que les

<sup>1</sup> Este trabalho é um recorte da pesquisa de dissertação da segunda autora. O presente artigo apresenta a análise de dados de um professor, porém a pesquisa foi realizada com dois professores do 6º ano do Ensino Fundamental.

difficultés dans l'enseignement des puissances sont toujours présentes dans les classe des différents niveaux de scolarité. Ainsi, nous nous demandons pourquoi ne pas utiliser les ressources de la technologie comme un outil pour l'enseignement de la puissance d'une manière intégrée? Nous délimitons notre objet mathématique à la construction de la notion de puissance afin de mener une étude approfondie sur le sujet. En ce sens, cette étude vise à analyser l'intégration de la calculatrice comme un outil pour construire le concept de puissance par un professeur de la 6e année (11-12 ans). Le cadre théorique de la recherche est celui de l'Instrumentation (RABARDEL, 1995) et la théorie des situations didactiques de Brousseau (1986). Les résultats partiels montrent la nécessité de développer des propositions pour assurer cette intégration.

**Mots-clés:** Puissance. Théorie de l'Instrumentation. Théorie des Situations Didactiques. Intégration. Enseignement et Apprentissage.

## Introdução

Muitos alunos dos Anos Iniciais ao Ensino Médio consideram a matemática uma disciplina difícil. Essa dificuldade vem perdurando nos processos de ensino e de aprendizagem e tem refletido nos resultados de avaliações de larga escala como a Prova Brasil e a Provinha Brasil, nas quais o nível de desempenho dos alunos na referida disciplina é baixo. A avaliação do PISA reforça essa situação ao mostrar que dos 65 países participantes da avaliação em 2012, o Brasil ocupa a posição entre 57° a 60° em matemática (OCDE, 2012).

Esse desempenho insatisfatório nos faz refletir sobre os processos de ensino e de aprendizagem de matemática no país. Questionamos a efetividade do trabalho com o bloco de números e operações nas escolas e, mais especificamente, investigamos o ensino de potência como uma das operações matemáticas básicas.

As dificuldades com potências aparecem desde o início do seu trabalho, geralmente no 6° ano do Ensino Fundamental, até o Ensino Médio. Feltes (2007), Paias (2009) e Silva (2013) ratificam essa afirmação ao apontarem em suas pesquisas dificuldades e erros relacionados à definição do conceito de potência, às propriedades de potências, ao expoente negativo, entre outras. Um exemplo dessas dificuldades é a interpretação de potência como uma multiplicação de base por expoente.

Em busca de alternativas para a superação de dificuldades como estas, apresentamos a utilização de tecnologias como um caminho possível, que vem sendo bastante debatido por pesquisadores da área. Nesse sentido, a calculadora simples, a qual devido a seu baixo custo é bem acessível, surge como uma forma de favorecer a construção do conceito de potência. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN – ressalta-se a importância dessa ferramenta para o ensino e aprendizagem de matemática devido às possibilidades de investigação propiciadas por ela, entre outros (BRASIL, 1998). Por outro lado, conforme mostram Selva e Borba (2010),

Silva e Figueiredo (2008), Noronha e Sá (2002), ainda se observam resistências por parte de professores e gestores escolares à utilização da calculadora em sala de aula.

Desse modo, com o objetivo de analisar como professores do 6º ano do Ensino Fundamental integram a calculadora simples como um instrumento para construção do conceito de potência, nos embasamos na Teoria da Instrumentação de Rabardel (1995) no intuito de proporcionar a interpretação da calculadora como instrumento a serviço da construção do conhecimento matemático e na Teoria das Situações Didáticas de Brousseau (1986) em busca de integrar a calculadora para construção do conceito de potência por meio de situações didáticas.

A pesquisa foi desenvolvida com um professor de matemática do 6º ano do Ensino Fundamental de Feira de Santana. O método de pesquisa foi qualitativo e o procedimento adotado para coleta de dados foi a observação com gravação de áudio.

No intuito de alcançar nosso objetivo, realizamos sessões de estudos com o professor participante e em seguida elaboramos uma proposta para construção do conceito de potência no 6º ano do Ensino Fundamental. Acompanhamos a aplicação dessa proposta a fim de analisarmos os processos de ensino e aprendizagem, bem como a integração da calculadora como instrumento para o ensino de potência.

Nesse sentido, realizamos um estudo sobre o tema, em seguida apresentamos as teorias que norteiam o presente artigo e, por fim, fomos a campo em busca de construir uma proposta de integração da calculadora para o conceito de potência, analisando os processos de ensino e de aprendizagem dos sujeitos envolvidos.

### **O ensino e a aprendizagem de potenciação**

O ensino do objeto matemático potência geralmente é iniciado no 6º ano do Ensino Fundamental, e prossegue durante todo o Ensino Fundamental, sendo abordado novamente com maior enfoque no 9º ano e no Ensino Médio com introdução da função exponencial. Porém, apesar de sua definição não apresentar grandes complicações (OLIVEIRA; PONTE, 1999), os alunos têm apresentado dificuldades frequentes na compreensão e na exploração desse objeto.

De acordo com Caraça (1951), a potência  $a^n$  define-se inicialmente como produto de fatores iguais:

$$a^n = \overbrace{a \cdot a \cdot a \dots a}^n, \text{ sendo } a^1 = a \text{ e } a^0 = 1, \text{ onde } a \in \mathbb{IN} \text{ e } n \in \mathbb{IN}.$$

O número  $a$ , fator que se repete, denomina-se base, o número  $n$  denomina-se expoente e o resultado é chamado potência (CARAÇA, 1951). Ele esclarece que a base  $a$  desenvolve um papel passivo e o expoente  $n$  um papel ativo. Essa definição apresentada pelo autor do livro *Conceitos Fundamentais da Matemática*, restrita ao caso em que o expoente é um número natural, não difere das apresentadas nos livros do 6º ano do Ensino Fundamental, que trazem a potência como multiplicação de fatores iguais (SOUZA; PATARO, 2012, por exemplo).

Analisando algumas pesquisas (FELTES, 2007; PAIAS, 2009; SILVA, 2013) sobre ensino e aprendizagem de potenciação, podemos observar que o mesmo tem apresentado dificuldades relevantes para os alunos.

Feltes (2007) realizou um estudo com o objetivo de analisar erros cometidos por alunos de 7ª e 8ª séries do Ensino Fundamental-EF e 1º ano Ensino Médio-EM ao resolverem testes de potenciação, radiciação e equações exponenciais. Consideramos, em nosso trabalho, apenas as análises referentes à potenciação. Feltes (2007) utilizou 47 categorias de erros para o EF, sendo 29 relacionadas à potenciação, dentre elas: multiplica a base pelo expoente; multiplica ou divide as bases das potências e eleva à soma dos expoentes; erra operações com inteiros entre outros. De acordo com as conclusões da autora, a maior parte das dificuldades está relacionada a operações numéricas e a propriedades da potenciação.

Observamos nesse estudo que apesar de os participantes da pesquisa serem alunos da 7ª e 8ª série do Ensino Fundamental, atual 8º e 9º ano, e também 1º ano do Ensino Médio, há erros relativos à noção de potenciação trabalhada no atual 6º ano. Isso nos remete a refletir a respeito da maneira como vem ocorrendo esse ensino, o qual não vem garantindo as competências básicas dos conteúdos destinados às séries específicas. Esse fato é preocupante, devido à potenciação ser um conteúdo relevante que será exigido em séries posteriores, inclusive em outras disciplinas, bem como ao relacionar ordem de grandezas, notações científicas tanto no espaço acadêmico quanto no ambiente cotidiano.

Ampliando nossos estudos sobre o tema, analisamos a pesquisa de Paias (2009). Essa pesquisa teve como objetivo saber quais erros os estudantes da 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental e do 1º ano do Ensino Médio cometem sobre potenciação e quais as razões desses erros. De acordo com a autora, o resultado da pesquisa indicou que “grande parte dos alunos não tem o domínio da concepção sobre a operação potenciação; decorrendo disso, muitos a entendem como multiplicação” (2009, p. 201). Ela ainda ressaltou que parte dos alunos comete o erro de confundir base e expoente, resultando em erro da potência, além de erros relacionados

a expoentes fracionários, expoentes negativos, expoente zero e também erros referentes às propriedades.

Destarte, percebemos com esses estudos problemas no conceito básico de potência. E ao realizar um levantamento de literatura sobre o tema, observamos que temos poucas pesquisas sobre o tema, em especial para o ensino e aprendizagem de potência no 6º ano. Dentre os trabalhos identificados, destacamos a dissertação de mestrado de Silva (2013) desenvolvida no estado de Alagoas.

A motivação para desenvolvimento da pesquisa de Silva (2013) foi sua experiência como professora de matemática do 6º ano, na qual ela ressalta que os alunos percebiam a potenciação como uma adição de parcelas iguais ou como uma simples multiplicação (base por expoente). E ela ainda acrescenta que essas dificuldades também são comuns para alguns alunos do Ensino Médio. Diante dessa constatação, a autora investigou os conhecimentos docentes acerca de potenciação. Em suas conclusões, destaca que os conhecimentos sobre potenciação dos professores do 6º ano do Ensino Fundamental são puramente técnicos, baseados em repetição e reprodução do livro didático.

Estamos diante de dois problemas, um relacionado à compreensão do conceito de potência, percebendo uma lacuna referente à construção do conceito pelos alunos, e o outro voltado aos conhecimentos dos docentes, os quais podem influenciar escolhas metodológicas inadequadas no ensino desse conteúdo. Isso nos leva a refletir sobre uma forma de tentar sanar essas lacunas no ensino e aprendizagem de potências. Assim, buscamos com esse trabalho o desenvolvimento de uma proposta para a construção do conceito de potência utilizando a calculadora como um instrumento por professores do 6º ano. Desse modo, vamos ampliar nossas análises para a utilização da calculadora no ensino de matemática.

### **A calculadora no ensino de matemática**

O ensino de matemática tem passado por inúmeras modificações. Um marco nesse processo foi o movimento internacional denominado como Movimento da Matemática Moderna. As influências desse movimento chegaram ao Brasil no final da década de 1970 e perduraram até o final da década de 1980. A partir da década de 1980, destacamos a criação da Sociedade Brasileira de Educação Matemática-SBEM e o início de programas de pós-graduação em Educação Matemática (LORENZATO; FIORENTINI, 2001). Ainda nesse período, surgem as tendências metodológicas em educação matemática, dentre as quais, aquela que foca as Tecnologias de Informação e Comunicação-TIC para o ensino de matemática.

Entre as razões para o interesse pelo uso de tecnologias no ensino da matemática, há o fato de as tecnologias - computadores, TV, *pen drive*, *data show*, DVD, mp3, *smartphones*, celulares, *tablets*, calculadoras gráficas, calculadoras científicas, calculadora simples (conhecida como de bolso) - estarem fortemente presentes na sociedade. Porém, apesar da diversidade de recursos tecnológicos atuais, esses recursos ainda não estão de forma efetiva empregados no ensino de matemática (OLIVEIRA, 1999). Temos como exemplo a calculadora padrão simples, que está acessível à maior parte da população brasileira, porém, não é amplamente utilizada em sala de aula (BIANCHINI; MACHADO, 2010), mesmo sendo o seu uso ressaltado pelos PCN.

Selva e Borba (2010) apresentam que o uso da calculadora e computadores pode proporcionar uma nova dinâmica na sala de aula, na qual o professor e o aluno assumem papéis diferentes, desde a exploração de conceitos utilizando a calculadora, até o momento de sistematização da aprendizagem. O trabalho com tecnologias da informação e comunicação favorece um contrato didático (BROUSSEAU, 2011) entre o professor e o aluno, diferenciado do habitual, uma vez que o aluno pode ter uma maior autonomia e responsabilidade, inclusive realizando trabalhos colaborativos (LUCAS, 2010).

De acordo com Selva e Borba (2010), efetivas mudanças em sala de aula só ocorrerão se os professores estiverem dispostos a novas mudanças, cientes de correrem riscos e se empenharem no estudo para desenvolvimento e aplicação de propostas inovadoras. Nesse sentido, as autoras ressaltam que a responsabilidade da utilização da calculadora em sala de aula está voltada principalmente ao professor, pois por mais que as propostas curriculares recomendem o uso da calculadora, a decisão final de planejar e realizar atividades que envolvam a calculadora para o ensino de matemática é do professor (SELVA; BORBA, 2010).

Mas, segundo essas autoras, a decisão de utilizar ou não a calculadora pode ser consequência do processo de formação dos professores de matemática (SELVA; BORBA, 2010). Quando um professor em seu processo de formação não vivenciou experiências que envolvam a calculadora como instrumento nos processos de ensino e aprendizagem de matemática pode ter dificuldades em utilizá-la em sua prática.

Silva e Figueiredo (2008) observam em seus estudos que alguns professores que se posicionaram de forma negativa ao uso da calculadora alegaram não a utilizar devido à mesma trazer como consequência o que eles chamam de “preguiça mental” para os alunos, e também por não terem trabalhado com a calculadora em seu processo de formação.

Em outros estudos sobre o tema, Noronha e Sá (2002) apresentam que 89% dos professores que se posicionaram contra a utilização da calculadora em sala alegam que o aluno “ficará dependente da máquina” e que a mesma inibirá o raciocínio do aluno.

Além disso, Selva e Borba (2010) constataram que 87,5% dos professores entrevistados em seu trabalho, entre profissionais das redes pública e particular, apresentam como a maior desvantagem do uso da calculadora que a mesma leva o aluno à preguiça mental, dependência e acomodação.

Destarte, a partir dos resultados das pesquisas relatadas acima, podemos inferir a confirmação do desconhecimento da calculadora como um instrumento por parte dos professores, corroborando o que trazem Selva e Borba (2010) a respeito da ausência de um trabalho no período de formação dos professores, considerando a mesma como um artefato.

Trouche (2005) destacou que, apesar de a calculadora já estar inserida nos currículos escolares franceses, havia relutância por parte de professores em utilizar novas tecnologias, inclusive a calculadora, em sala de aula. Dentre as justificativas dadas pelos professores que se posicionavam de forma contrária ao uso dessa tecnologia, estavam as que as calculadoras científicas eram caras. Porém, esse autor observou que mesmo quando o governo disponibilizava a calculadora, os professores ainda sim relutavam (TROUCHE, 2005).

Embora a pesquisa de Trouche (2005) tenha sido realizada há alguns anos e em outro sistema educacional, ela sinaliza um elemento importante: não é suficiente incluir a calculadora no currículo para que ela seja realmente utilizada na sala de aula.

Conforme apresentado nas pesquisas, percebemos indícios de que essa relutância em integrar a calculadora no ensino de matemática está relacionada à formação e à prática do professor. Devido a essa insuficiência de formação, muitos professores não conseguem elaborar e conduzir situações didáticas com uso da calculadora, o que acaba prejudicando o ensino de matemática, pois optam por não utilizar os mecanismos e as estratégias que a calculadora pode fornecer e proíbem seus alunos de utilizá-la em sala.

E por mais que documentos norteadores, como os PCN, incentivem a utilização da calculadora devido à importância da mesma na realização de atividades de investigações conceituais e atividades exploratórias, na autoavaliação e também na verificação de resultados e correções de erros (BRASIL, 1998), os professores optam por não utilizar a calculadora em sala de aula, por possuírem um sentimento de despreparo quanto ao uso da tecnologia como um instrumento didático (OLIVEIRA, 1999; SELVA; BORBA, 2010).

Conforme afirma Oliveira (1999), a proibição da calculadora é um caminho para os professores de matemática que não querem assumir que estão no que Farias (2010) denomina de vazio didático. O vazio didático é um fenômeno que ocorre quando os professores não têm apoio na instituição formadora e/ou não encontram no “saber a ensinar” referências para alicerçar e construir suas práticas. Esse fenômeno que, por vezes, passa despercebido na prática docente produz efeitos significativos nos trabalhos desenvolvidos pelos professores (FARIAS, 2010). E, desse modo, por mais que haja incentivos por parte de documentos norteadores para a utilização da calculadora como um instrumento integrado ao ensino de matemática, se o professor não se sente familiarizado com esse artefato pode optar por não o utilizar em suas aulas.

Porém, ao evitar o uso da calculadora na construção do conhecimento matemático em sala de aula, o professor pode prejudicar a formação sócio-cultural de seus alunos. Conforme Guinther (2009), os avanços tecnológicos vêm crescendo e ocupando mais espaços na sociedade, e é necessário formar indivíduos aptos para utilizarem os meios tecnológicos, para resolverem questões complexas, conjecturarem, codificarem, comunicarem-se, ou seja, desenvolverem a autonomia para enfrentar novos desafios.

E, assim, conhecendo as potencialidades que o uso da calculadora proporciona, a importância da inclusão da mesma como uma tecnologia da informação e comunicação voltada para construção do conceito de potência, e percebendo dificuldades dos professores de matemática com o instrumento calculadora, se faz necessária a construção de uma proposta que embase esses professores para utilização efetiva da calculadora como instrumento integrado ao ensino do conceito de potência.

### **Abordagem instrumental**

Conforme vimos na revisão de literatura, a calculadora não é efetivamente integrada ao ensino de matemática, em especial ao ensino de potência. Além disso, parte significativa dos professores ainda se posiciona contra seu uso em sala de aula, pois não enxerga as contribuições que pode dar para a aprendizagem de conteúdos matemáticos e por se encontrar no vazio didático e conseqüentemente não ter suporte suficiente na formação para construir sua prática incorporando o uso da calculadora. Destarte, trazendo como objetivo da pesquisa analisar a integração da calculadora por professores de matemática a partir de uma proposta de sua utilização efetiva como instrumento no ensino de potência por meio de situações didáticas, nos embasamos na abordagem instrumental de Rabardel (1995).



Oriunda da ergonomia cognitiva e da didática profissional, a abordagem instrumental elaborada por Rabardel (1995) e colaboradores está baseada na ideia de uma contribuição fundamental de ferramentas e atividades na aprendizagem humana (TROUCHE, 2005). Nessa abordagem distingue-se um artefato de um instrumento. Enquanto um artefato é uma ferramenta “pura” voltada para uma utilização potencial, o instrumento é resultado de um processo de apropriação pelo sujeito das possibilidades de uso do artefato. Ou seja, “o artefato é um dispositivo material utilizado como meio de ação e um instrumento é construído pelo sujeito ao longo de um processo no qual um artefato transforma-se progressivamente em instrumento” (RABARDEL, 1995, *apud* NOGUEIRA FARIAS; FARIAS, 2007, p. 18). Esse processo de transformação de um artefato em um instrumento, Rabardel (1995) denominou de gênese instrumental.

A calculadora, por exemplo, como objeto material, é um artefato e torna-se um instrumento para um sujeito à medida que o mesmo conhece sua função, e é capaz de realizar atividades nas quais a utiliza. Nesse sentido, o utilizador (sujeito) deve desenvolver habilidades e competências para reconhecer situações nas quais um dado instrumento é apropriado, e em seguida executar as situações por meio desse instrumento. Nesse processo de execução, compete ao utilizador desenvolver esquemas de utilização que, de acordo com Rabardel, podem ser repartidos em três categorias:

O autor apresenta os esquemas de utilização em três categorias: *esquemas de uso* – correspondentes às atividades relativas à gestão das características e propriedades específicas do *artefato*; *esquemas de ação instrumental* – correspondentes às atividades para as quais o *artefato* é um meio de realização, e *esquemas de atividades coletivas instrumentais* – correspondentes à utilização simultânea ou conjunta de um instrumento num contexto de atividades, respectivamente, compartilhadas ou coletivas (RABARDEL, 1995, *apud* HENRIQUES; NAGAMINE; NAGAMINE, 2012, p. 54).

Desse modo, temos conforme Rabardel (1995) que um mesmo esquema pode ter um estatuto de esquema de uso ou esquema de ação instrumental. Ele ainda ressalta que, no esquema de atividades coletivas instrumentais, os sujeitos apresentam em seus esquemas de utilização ações individuais, porém buscam a integração dos resultados para atender um propósito em comum. Temos que os esquemas de utilização são reciprocamente dependentes.

Rabardel (1995) apresenta duas dimensões para gênese instrumental: a *instrumentação* (orientada para o sujeito) e a *instrumentalização* (orientada para o artefato). A *instrumentação* tem relação com o surgimento e a evolução de esquemas de utilização e da ação instrumental, ou seja, é a relação entre sujeito e instrumento; é fazer uso do instrumento explorando suas funções e propriedades. A *instrumentalização* tem relação com o enriquecimento das

propriedades do artefato, ou seja, é a relação entre sujeito e objeto, mediada pelo instrumento; é ir além das propriedades e funções e criar novas funções e potencialidades para esse instrumento.

Além disso, Rabardel (1995) propõe o modelo SAI (Situações de Atividades Instrumentais), no qual ele esclarece as relações entre o sujeito e o objeto mediadas pelo instrumento. Para Rabardel (1995), o modelo SAI explicita as diversas interações das atividades instrumentais: sujeito-objeto [S-O], sujeito-instrumento [S-i], instrumento-objeto [i-O] e sujeito-objeto mediado pelo instrumento [S(i)-O] que se desenvolvem em um meio determinado por um conjunto de condições que venham proporcionar ao sujeito a realização das atividades.

O modelo SAI, segundo Abar e Alencar (2013), pode ser submetido para analisar minuciosamente o uso de um instrumento em uma tarefa.

A adoção da perspectiva de Rabardel (1995) em nossa pesquisa sobre a integração da calculadora padrão no ensino de matemática conduz a distinguir a calculadora como artefato e como instrumento, a questionar como pode ocorrer o processo da Gênese Instrumental, e voltar nossa atenção para as relações que intervêm nas atividades instrumentais. Por outro lado, para construir situações didáticas que promovam efetivamente a integração da calculadora no ensino de potência pelo professor de 6º ano, vamos nos apoiar na Teoria das Situações Didáticas de Brousseau (1986). Nosso interesse de pesquisa é investigar situações didáticas que proporcionem a transformação de um objeto/artefato em um instrumento, ou seja, de estudar o processo de Gênese Instrumental. A Teoria das Situações Didáticas embasou a criação de situações nas quais reconhecemos o artefato calculadora como um instrumento a serviço do ensino e aprendizagem de potência.

### **Teoria das situações didáticas**

Antes de nos aprofundarmos na Teoria das Situações Didáticas, convém entendermos o que é uma situação. Conforme traz Brousseau (2011, p. 21), “situação é um modelo de interação de um sujeito com um meio determinado”, no qual para conseguir um estado favorável nesse meio, é necessário ter como recurso decisões dependentes do emprego de um conhecimento específico. Já a situação didática, conforme apresenta Almouloud (2007), busca criar um modelo de interação entre o aprendiz, o saber e o meio, onde a aprendizagem se desenvolve.

Brousseau (1986) acredita que é desejável que o aluno, ao se deparar com um determinado problema, tente resolvê-lo por motivação própria, com a maior autonomia possível. Destarte, o papel do professor é criar e escolher problemas adequados para que os

alunos aceitem o desafio e se empenhem em resolvê-los. Por meio desses problemas, são modeladas situações adidáticas e didáticas.

As situações didáticas são definidas por Brousseau (1978) como

[...] conjunto de relações estabelecidas explicitamente e/ou implicitamente entre o aluno ou um grupo de alunos, um certo *milieu* (contendo eventualmente instrumentos ou objetos) e um sistema educativo (o professor) para que esses alunos adquiram um saber constituído ou em constituição (*apud* ALMOULOU, 2007, p. 33).

Já as situações adidáticas, Brousseau (1986) apresenta como uma situação planejada pelo professor para que o aluno aja por iniciativa própria, refletindo, resolvendo, evoluindo, de modo que a intenção de ensinar não é revelada ao aluno, e o professor não intervém na interação do aluno com a situação na construção do conhecimento matemático. As situações adidáticas colocam o aluno no centro do processo.

Salientamos que a Teoria das Situações Didáticas é de extrema relevância para o processo de ensino e aprendizagem de matemática, pois a mesma valoriza o trabalho do aluno de aceitar o desafio da situação e se propor a resolvê-la de forma autônoma construindo assim o conhecimento matemático. E de forma análoga essa teoria valoriza o trabalho do professor em elaborar as situações no meio adequado que proporcione a aprendizagem do aluno.

Nesse sentido, Brousseau (1986) apresenta quatro fases diferentes para analisar o processo de aprendizagem, as quais o mesmo denomina de fases de ação, formulação, validação e institucionalização. É preciso ressaltar que as fases de ação, formulação e validação se inscrevem na dimensão adidática das situações. Já a fase de institucionalização é nitidamente de natureza didática e nela o professor assume um papel central.

A fase de ação está voltada a oportunizar ao aluno o agir sobre a situação, sendo o conhecimento a ser ensinado elemento fundamental da melhor estratégia de resolução para situação proposta (ALMOULOU, 2007). E nesse processo de resolução, o aluno tem a possibilidade de agir e julgar suas decisões, reconsiderando e ajustando, se necessário, sem auxílio do professor.

Assim como apresenta Almouloud (2007), a fase da formulação tem como objetivo a troca de informações. Nessa fase os alunos discutem para resolução da situação, explicitando oralmente ou por escrito como encontraram o resultado.

Já na fase de validação, o aluno fundamenta matematicamente seus passos na resolução, ou seja, justifica o modelo adotado, mostrando a validade do mesmo.

E, por fim, temos a fase da institucionalização. Na Teoria das Situações Didáticas (TSD), conforme apresenta Brousseau (2011), inicialmente só eram consideradas as três primeiras fases. A fase de institucionalização, posteriormente incorporada à TSD, diz respeito à formalização feita pelo professor das ideias formuladas e validadas pelos estudantes nas fases anteriores. Almouloud (2007) destaca que ao realizar a institucionalização o professor deve ser cauteloso, pois, caso a mesma seja feita antecipadamente, ocorre a ruptura da construção do conhecimento pelo aluno, impedindo uma aprendizagem adequada. Porém, ele também ressalta que quando feita tardiamente, ela acaba reforçando interpretações errôneas atrasando a aprendizagem e dificultando a mesma.

De acordo com Almouloud (2007, p. 40), “depois da institucionalização, feita pelo professor, o saber torna-se oficial e os alunos o incorporam em seus esquemas mentais”. Salientamos que não há garantia da aprendizagem por parte dos alunos apenas pela formalização realizada pelo professor, pois o aluno tem a responsabilidade de organizar, coordenar seus vínculos com o saber nas fases de ação, formulação e validação.

Vale ressaltar ainda que em nossa pesquisa, ao adotarmos a Teoria das Situações Didáticas para criações das situações instrumentadas por meio da calculadora padrão, levamos em consideração nesse processo a noção do contrato didático. De acordo com Brousseau (1980), o contrato didático pode ser definido “como um conjunto de comportamentos específicos do professor esperado pelos alunos, e o conjunto de comportamentos dos alunos esperado pelo professor” (*Apud* ALMOULOU, 2007, p. 89).

### **Construção e aplicação da proposta de integração**

Em busca de desenvolvermos uma proposta de integração da calculadora como instrumento para o ensino de potência, desenvolvemos algumas sequências de estudo com o objetivo de embasar o professor na construção da proposta de ensino. Explicitaremos detalhadamente o processo de construção da proposta com um professor do 6º ano do Ensino Fundamental, bem como os procedimentos de coleta e análise dos dados, em consonância com nosso referencial teórico apresentado.

No intuito de atender nosso objetivo de analisar como os professores de matemática integram a calculadora em sala de aula, a partir de uma proposta de uso efetivo da mesma como instrumento para construção do conceito de potência por meio de situações didáticas, organizamos a apresentação do nosso trabalho de campo em duas seções, a primeira relacionada

aos elementos da pesquisa de campo e a segunda às sessões de estudo e construção da proposta de integração da calculadora como instrumento.

### **Elementos metodológicos da pesquisa de campo: campo, sujeito e dados**

O trabalho de campo foi realizado na cidade de Feira de Santana – Bahia. O sujeito colaborador dessa pesquisa foi um professor de matemática do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública.

A escolha do 6º ano justifica-se por ser o ano que está na fronteira entre o Ensino Fundamental I e o Ensino Fundamental II, no qual há uma mudança relevante no ensino, e também por ser o primeiro ano no qual atuam os professores licenciados em matemática.

A escolha desse professor foi influenciada por uma pesquisa realizada no ano de 2012-2013, no grupo de pesquisa Problemas de Educação Matemática-PROBEM. Naquela ocasião aplicamos um questionário de duas partes para investigar se os estudantes de graduação que já estavam em sala de aula utilizavam a calculadora e se tinham a intenção de utilizá-la. Esse professor apontou que não utilizava a calculadora em sua sala de aula. Isso nos chamou atenção para confrontação dos resultados no transcorrer da pesquisa. Atualmente esse professor já está licenciado.

Questionamos ao professor envolvido se desejava expor seu nome, porém o mesmo preferiu utilizar um codinome, escolhido por ele, o qual foi Pedro. Realizamos nossos encontros para as sessões de estudo uma vez por semana, durante 3 horas.

Feito o convite ao professor, realizamos em maio de 2015 uma visita à escola no intuito de solicitar a autorização aos responsáveis para posteriormente poder acompanhar a aplicação da proposta construída pelo professor e filmando as mesmas. Após a autorização da escola iniciamos as sessões de estudos com o professor. O tempo de cada reunião era em média duas horas e meia, mas em alguns momentos ultrapassávamos o horário planejado, em função do trabalho realizado.

As sessões de estudos eram realizadas na Universidade Estadual de Feira de Santana, exceto na sessão de aplicação da proposta desenvolvida pelo professor, a qual foi realizada na sala de aula do mesmo. Essas sessões de estudos eram todas áudio-gravadas, tratava-se de momentos de conversas informais expondo as experiências do professor, e em seguida de momentos de estudos do referencial teórico adotado. Esses estudos eram estilo oficinas, trabalhávamos a teoria versando com a prática. Os estudos eram fundamentados por dois textos sobre a Teoria das Situações Didáticas e a Teoria da Instrumentação, os quais construímos para

compreensão de elementos básicos das teorias trabalhadas, fundamentados por Rabardel (1995), Brousseau (1986), Almouloud (2007), Bittar (2011) e Nogueira Farias e Farias (2007). Os mesmos eram enviados ao professor antes da sessão de estudo para leitura prévia.

As sessões de estudo ocorriam no horário oposto de aula do professor e foram realizadas antes do professor trabalhar potenciação em sua sala de aula. Nessas sessões, discutíamos o texto, resolvíamos situações didáticas, e realizávamos a instrumentação da calculadora. Explicitaremos a seguir cada sessão.

No primeiro momento, iniciamos a nossa sessão de estudo 01. Nessa sessão discutimos sobre os trabalhos do professor com o objeto potenciação para o 6º ano e a calculadora para o ensino de matemática, lembrando as experiências dele com a calculadora durante toda a trajetória de formação do mesmo. Após apresentarmos a proposta da pesquisa, discutimos sobre a construção do conceito de potência e as dificuldades no processo de ensino e de aprendizagem no 6º ano, a partir de conversas informais, e em seguida abordamos resultados de pesquisas que relatavam as possíveis dificuldades sobre potenciação. Prosseguimos discutindo sobre a utilização da calculadora para o ensino de matemática, em especial para a construção do conceito de potência. O intuito dessa seção era revelar os possíveis vazios didáticos do professor, bem como as questões latentes em sua prática sobre o uso da calculadora para o ensino de potenciação.

Na segunda e na terceira sessões de estudo, estudamos alguns elementos teóricos da Teoria da Instrumentação-TI e da Teoria das Situações Didáticas-TSD, que embasaram nosso trabalho prático, por meio de dois textos sobre as teorias, elaborados por nós pesquisadores e através de apresentação de pontos principais das mesmas em Power Point. Trabalhamos a importância dos esquemas de uso, esquemas de ação instrumentada e esquemas de atividades instrumentadas coletivas conforme aborda Rabardel (1995). Em seguida, abordamos as situações didáticas, considerando a estrutura do meio e as variáveis didáticas. Após as discussões teóricas, fomos para a prática resolver e construir atividades e situações didáticas embasadas nos elementos teóricos trabalhados envolvendo a calculadora para o ensino de matemática, em especial para a construção do conceito de potência. O objetivo dessas duas sessões era proporcionar ao professor a compreensão do quadro teórico necessário para integração da calculadora, e também perceber como utilizar a calculadora para o ensino de potência, de modo a quebrar as possíveis lacunas no ensino desse saber no 6º ano. Nessa sessão o professor construiu situações didáticas, baseado na formação, que envolvesse a calculadora e a potenciação.

A quarta sessão de estudo foi referente ao aperfeiçoamento das situações didáticas criadas pelo professor. Nessa sessão de estudo analisamos e discutimos as situações elaboradas por ele, refinando-as para propiciar uma melhor compreensão do conteúdo por seus alunos no momento de aplicação.

A quinta sessão já foi o momento de aplicação das situações na sala de aula do professor. Observamos essa fase realizando a filmagem da aula, no intuito de compreender como o professor integra uma proposta de utilização da calculadora em sala de aula para construção do conceito de potência.

Os métodos utilizados em nossas seções de estudos foram os qualitativos, visto que nesse método a pesquisa é fundamentalmente interpretativa, e o eu pessoal torna-se inseparável do eu pesquisador (CRESWELL, 2007). Para coleta de dados fizemos uso de entrevistas acompanhadas de gravação de áudio, bem como em todas as sessões de estudo realizamos a gravação dos áudios e, na sessão de aplicação da proposta, realizamos gravações com filmagens. Para análise dos dados utilizamos a análise documental das situações elaboradas pelo professor, bem como análise das gravações dos áudios. Além dos procedimentos de análise explicitados acima, fizemos uso dos elementos da Teoria da Instrumentação de Rabardel (1995) e da Teoria das Situações Didáticas de Brousseau (1986) para realização desde o planejamento de nossa proposta até o momento das análises dos dados.

Os estudos realizados e as conversas iniciais com o professor mostraram as principais dificuldades na compreensão do conceito de potência, bem como da interpretação da calculadora no ensino de matemática. A partir desses elementos, formulamos as seguintes hipóteses para o trabalho:

1. A utilização da calculadora como instrumento integrado ao ensino de potência fornece subsídios ao professor para elaboração de novas estratégias e técnicas a serem utilizadas para solucionar novas situações, proporcionando uma mudança em sua prática.

2. A criação, pelo professor, de situações didáticas que contemplem o uso da calculadora como um instrumento integrado à construção do conceito de potência oportuniza o fortalecimento da relação entre o saber matemático ensinado na escola e os saberes culturais e/ou pessoais dos alunos considerando um contexto extra-matemático.

3. O ato de planejar e criar situações didáticas com a calculadora integrada para o ensino de potência proporciona ao professor a oportunidade de pressupor as possíveis barreiras que o aluno pode enfrentar para resolução das situações, contornando-as de modo que as situações sejam mais eficientes para construção do conceito de potência, conforme estratégia elaborada.

### **Construção e análise da proposta**

Nessa etapa, o professor construiu, baseado nos estudos realizados, duas sequências de atividades relacionadas à integração da calculadora para o ensino de matemática baseadas em Bittar (2011) e Rabardel (1995) e outra utilizando a calculadora de forma integrada como instrumento para construção do conceito de potência para o 6º ano do Ensino Fundamental. A primeira sequência de atividades tinha como objetivo compreender e propiciar o desenvolvimento de esquemas de utilização da calculadora, baseados nos esquemas trabalhados por Rabardel (1995) - esquemas de uso, esquemas de ação instrumental e esquemas de atividades coletivas instrumentais - no intuito de proporcionar ao professor uma maior apropriação da calculadora simples, bem como exploração de suas funções. A segunda sequência abordou a utilização da calculadora como um instrumento para a construção do conceito de potência, considerando a mudança de variáveis em busca de despertar novas técnicas de resolução.

Destarte, sentimos a necessidade de inserirmos textos relacionados à Teoria da Instrumentação e aos esquemas de uso e à Teoria das Situações Didáticas nas sessões de estudo, como explicitado anteriormente, em busca de embasarmos nossas discussões e nosso trabalho teórico-prático. Vale salientar que os textos foram lidos pelo professor participante, e realizamos discussões relacionadas às sequências e aos textos trabalhados, buscando proporcionar uma reflexão a respeito das práticas vigentes e das novas práticas que surgem durante as sessões de estudo.

Colocando a proposta em desenvolvimento, iniciamos os trabalhos levantando pontos relevantes para o ensino de potência e a utilização da calculadora para o ensino de matemática, em especial potenciação, em busca de incitar uma discussão sobre o tema. Em seguida, apresentamos alguns fundamentos teóricos relevantes para compreensão e integração da calculadora para o ensino do conceito de potência.

A primeira sessão de estudo teve o intuito de levantarmos dados em relação às dificuldades dos alunos com o conceito de potência observado pelo professor. Esse questionário era composto por três questões. A primeira foi “De acordo com sua experiência em sala de aula, quais as possíveis dificuldades dos alunos com o conteúdo potenciação no 6º ano?”. A resposta obtida foi:

*Professor Pedro: Multiplica base por expoente, não conseguindo compreender a potência como uma multiplicação de fatores iguais.*



Uma possível explicação para essa dificuldade do aluno, relatada pelo Professor Pedro, é que pode estar associada a um efeito do contrato didático, visto que, geralmente ao iniciar o ensino de potenciação, os professores optam por trabalhar primeiro a potência com base e expoente dois, e, em seguida, prosseguem com outros expoentes na base dois, porém ao utilizarem  $2^2$ , podem provocar no aluno a compreensão que potência é a multiplicação de base por expoente ou até mesmo que potência é a soma de base por expoente. Uma vez instaurado isso na compreensão do aluno, o mesmo terá dificuldades em compreender a potência como multiplicação de fatores iguais. Salientamos que pretendemos verificar a efetividade dessa explicação em pesquisas anteriores.

No segundo questionamento - “Você teve alguma dificuldade em ensinar o conceito de potência?” -, o professor afirma que não teve nenhuma dificuldade para o ensino do conceito de potência no 6º ano. Podemos observar que o professor aponta dificuldades dos alunos na pergunta anterior, porém não considera a hipótese da existência de dificuldades em ensinar potência.

Na última questão, perguntamos “O que pode ser feito em sua opinião para sanar as lacunas na aprendizagem do conceito de potência com os alunos do 6º ano?”. Obtivemos a seguinte resposta:

*Professor Pedro: Para mim, realizando um trabalho prévio com as quatro operações em especial a multiplicação e em seguida apresentando o conceito com problemas contextualizados, fazendo uso da língua materna e a linguagem matemática, e também utilizando ferramentas como jogos e calculadoras.*

Nesse sentido, de acordo com as respostas do professor, temos a abordagem do conceito de potenciação que vise proporcionar um melhor entendimento para os alunos do 6º ano como uma possível solução para a dificuldade exposta anteriormente em relação à potenciação.

A partir desses resultados, realizamos uma breve conversa com o professor a respeito da calculadora como uma possível ferramenta tecnológica para ser trabalhada no ensino de matemática. Nessa conversa realizamos alguns questionamentos sobre a concepção do professor sobre a calculadora. A resposta obtida foi a seguinte:

*Professor Pedro: Instrumento que auxilia na realização de cálculos.*

O intuito desse questionamento era perceber de que forma o professor interpretava a calculadora. Podemos observar que o mesmo define a calculadora como um instrumento, mesmo não tendo conhecimento da abordagem como instrumento apresentada por Rabardel

(1995), o que nos leva a inferir que o mesmo interpreta instrumento como um objeto material, o que Rabardel (1995) chama de artefato.

O segundo questionamento indagava ao professor se o mesmo era contra ou a favor do uso da calculadora em sala de aula. Obtivemos a resposta a seguir:

*Professor Pedro: Sou a favor desde quando os alunos saibam o conhecimento, ou seja, o aluno soubesse calcular mas utilizassem a calculadora para agilizar, fazer um cálculo mais rápido.*

A partir dessa resposta, podemos inferir que o professor não interpreta a calculadora como uma ferramenta para construção do conhecimento, e sim a limita para adiantar cálculos, ou para realização de operações “mais complexas”. Desse modo, de acordo com Bittar (2011), observamos indícios de uma interpretação pelo professor, de inserção da calculadora em situações esporádicas, para agilizar cálculos e facilitar operações matemáticas, mas não propriamente uma integração dessa tecnologia no ensino de matemática.

Após essa sessão de discussão inicial, apresentamos elementos teóricos que julgamos úteis para refletir sobre a integração da calculadora como um instrumento para a construção do conceito de potência.

A primeira teoria que foi estudada na sessão de estudo foi a Teoria da Instrumentação de Rabardel (1995). A dinâmica desse estudo era a seguinte: o professor realizava a leitura prévia e, no momento da sessão de estudo, discutíamos sobre o texto, compreendendo os conceitos e processos de desenvolvimentos abordados no texto. Assim, nós, como pesquisadores, tirávamos as dúvidas do professor e norteávamos a discussão a partir de pontos do texto apresentados em Power Point. Nesse sentido, fizemos uso da abordagem instrumental de Rabardel (1995) para provocar a evolução da calculadora do estado de artefato para o de instrumento, ou seja, propiciando a vivência de um processo de gênese instrumental pelo professor em relação à calculadora. Explicamos as duas dimensões da gênese instrumental, a instrumentação e a instrumentalização. Discutimos também sobre os esquemas para utilização de um artefato conforme aborda Rabardel (1995). A primeira sequência de atividades foi apresentada após essa discussão, baseada em atividades utilizadas por Trouche (2005). Essa sequência continha atividades para que o professor Pedro resolvesse observando os conhecimentos trabalhados.

A primeira atividade da sequência consistia em questões sobre os esquemas de utilização. O primeiro esquema a ser abordado foi o esquema de uso, para que o professor

participante explorasse as funções da calculadora, visto que nesse esquema Rabardel (1995) destaca a gestão das propriedades e características do artefato.

*1º) Aperte a seguinte sequência de teclas e observe o que acontece:*

- a)  $5 + 3 = = = = =$
- b)  $3 \times 2 = = = = =$
- c)  $4 \times 4 = = = = =$

*2º) Vamos conhecer a utilização das teclas de memória. Experimente a seguinte utilização das teclas de memória e observe o que acontece:  $50 M - 2 \times 5 M + 3 \times 5 M + MRC$ . O que aconteceu?*

*3º) Vejamos a utilização das teclas de memória para a resolução de um problema com várias operações: "Fui ao mercado e comprei 3 litros de leite por R\$ 2,20 cada um, 2 pães integrais por R\$ 3,50 cada e paguei com uma nota de R\$ 20,00. Qual foi o meu troco?"*

O objetivo dessa atividade era fazer com que o professor participante relembresse as propriedades de uso da calculadora, visto que ele afirmou não lembrar de utilizar as teclas de memórias da calculadora simples. Salientamos que esse esquema pode ter o estatuto também de esquema de ação instrumental, o qual é orientado ao objeto da atividade, e o artefato é um meio de realização. Em seguida apresentamos uma questão relacionada ao esquema de ação instrumental, sendo que nesse esquema o artefato é um meio de realização.

*4º) Usando a Calculadora, realize uma operação única, de modo que as seguintes transformações decimais ocorram:*

- a) *Transformar 96,96 em 0,96*
- b) *Transformar 873,873 em 800,873*

Nessa atividade não estávamos focando em atividades envolvendo apenas potenciação, mas sim questões que permitissem explorar a calculadora com os diferentes esquemas de utilização.

A próxima atividade envolvia esquemas de atividades coletivas instrumentais, as quais Rabardel (1995) apresenta como atividades de uso conjunto ou simultâneo de um instrumento em um contexto de atividades coletivas ou compartilhadas. Essa atividade já envolvia o

conceito de potenciação. Essa atividade foi uma adaptação do jogo corrida ao  $n$  de Brousseau (1986), porém realizamos adaptações para um jogo envolvendo potenciação.

5º) *Corrida ao 625*

*Regras:*

1. *O jogo apresenta dois oponentes que dizem um número alternadamente. Isto é para cada jogador tentar chegar ao número 625 primeiro, realizando a operação com a calculadora.*
2. *O número escolhido deve ser multiplicado por ele mesmo, até encontrar o valor almejado.*
3. *O primeiro jogador escolhe um número de 1 a 5, o segundo jogador prossegue multiplicando o número escolhido por ele mesmo, sendo um jogador de cada vez, em busca de encontrar 625 primeiro.*
4. *Em caso da escolha do número errado, voltar o jogo do início, sendo que o segundo jogador escolherá o próximo número.*
5. *Fazer algumas jogadas e formular uma estratégia vencedora.*

Nessa atividade solicitamos que o professor jogasse para formular a estratégia vencedora, e, em seguida, realizasse uma análise do jogo. Ao jogar “*A corrida ao 625*” o professor observou que a estratégia vencedora é escolher o número 5, visto que 625 é múltiplo de 5, e o vencedor deve ser o segundo a jogar. Quanto à análise do jogo obtivemos a seguinte resposta:

*Análise do professor Pedro: Esse jogo é interessante, pois permitirá ao aluno revisar a operação de multiplicação, percebendo de forma implícita a definição de potência por meio da calculadora.*

O intuito de desenvolver essas atividades com o professor foi proporcionar a percepção dos esquemas de utilização, bem como perceber na atividade corrida ao 625 que o conceito de potência era trabalhado nessa atividade, a partir das multiplicações sucessivas de um mesmo número, mostrando ao professor que, ao integrar a calculadora para construção desse conceito de forma efetiva, podemos quebrar paradigmas que potência é a multiplicação de base por expoente ou a soma da base pelo expoente, visto que essa atividade promove a construção do conceito de potência antes de trabalhar com o assunto.

A partir dessas análises prosseguimos apresentando nosso segundo quadro teórico, a Teoria das Situações Didáticas, no intuito de embasá-lo para criação de situações didáticas que permitam a utilização da calculadora como instrumento integrado ao ensino de potenciação,

bem como para análise das situações apresentadas e construídas por ele levando em consideração as variáveis escolhidas e seu contexto.

Abordamos, de acordo com Almouloud (2007), o objetivo da Teoria das Situações Didáticas em buscar criar um modelo da interação entre o aprendiz, o saber e o meio, no qual a aprendizagem deve se desenvolver. E assim, explicamos os tipos de situações, didáticas, não didáticas e adidáticas. Em seguida, esclarecemos as dialéticas da ação, formulação, validação e institucionalização, para análise do processo da aprendizagem, bem como para a construção de situações didáticas que permitam a aprendizagem. Salientamos que esses estudos foram conduzidos a partir da leitura prévia de um texto de fundamentação básica da teoria e de discussões norteadas por uma apresentação em Power Point com pontos principais da teoria, feitas por nós, pesquisadores.

Logo após, solicitamos ao professor que voltasse à situação da corrida aos 625 e analisasse de acordo com os conhecimentos adquiridos, identificando o tipo de situação e as variáveis. Obtivemos o seguinte resultado:

*Professor Pedro: A situação apresentada considero como adidática, pois a intenção de ensinar não está revelada ao respondente, e por buscar chegar ao 625, temos que utilizar a multiplicação de fatores iguais, tendo como conteúdo matemático para validar a estratégia o conceito de potenciação.*

Após a análise dessa situação, partimos para discussão das variáveis didáticas envolvidas na situação. De acordo com Brousseau (1986), as variáveis relevantes que podem ser manipuladas pelo professor se tornam variáveis didáticas. E assim as variáveis didáticas proporcionam a modelização das condições nas quais colocamos os estudantes à medida que provocam adaptações e mudanças nas características das estratégias de resolução (BESSOT, 1994).

Na situação “Corrida ao 625”, destacamos duas variáveis didáticas que denominamos V1 e V2.

Variável 1 (V1): O número escolhido. Determinamos como variável didática o número escolhido, pois à medida que escolhemos o número a ser alcançado altera a estratégia aplicada.

Variável 2 (V2): Organização de interações entre os alunos. Os valores dessa variável determinam a estratégia vencedora, uma vez que o aumento da quantidade de jogadores influencia a estratégia vencedora.

É importante salientar os momentos em que o professor manifesta compreensão e entendimento, apresentando situações similares que podem ser realizadas após alteração das variáveis.

*Professor Pedro: Podemos observar que se adaptarmos o jogo 625 alterando a variável 1 para 1024 e colocarmos que o número a ser multiplicado pode ser de 0 a 5, teremos duas possibilidades para chegar a 1024, e poderemos oportunizar um maior número de tentativas a multiplicação utilizando a calculadora como um instrumento, fixando o conceito de potência enquanto multiplicação de fatores iguais.*

A partir dessa colocação do Professor Pedro, observamos que o mesmo já revela indícios da compreensão da possibilidade de integração da calculadora para o ensino de potência de forma efetiva.

Após a análise dessas atividades, realizamos uma sessão de estudo, na qual o professor foi convidado a criar uma atividade envolvendo a utilização da calculadora como instrumento para o ensino do conceito de potência, a ser aplicada em sua turma. O professor desenvolveu a atividade buscando contemplar a apresentação da calculadora para seus alunos e a construção do procedimento de potência utilizando a calculadora por meio de situações didáticas.

A primeira atividade criada pelo professor foi relacionada a conhecer o artefato, com o desenvolvimento de esquemas de uso, segundo as categorias de Rabardel (1995):

*Professor Pedro – Atividade 1: Manipulando a calculadora, realize as operações indicadas abaixo:*

a)  $3 + 5 = \dots$

b)  $5 \times 5 = \dots$

c)  $15 M + 3 \times 2 M - MRC$

Ele elaborou essa atividade no intuito de seus alunos compreenderem as propriedades da calculadora, percebendo o que acontece ao realizar as operações indicadas. Destacamos a importância do reconhecimento do artefato, para que o mesmo possa ser transformado em instrumento para os alunos de modo a permitir a integração da calculadora para o ensino de potência, sendo a mesma um instrumento que oportunize a percepção das multiplicações sucessivas de um mesmo número.

Na terceira sessão de estudo, o professor Pedro foi convidado a construir situações didáticas para o ensino de potência integrando a calculadora na condição de instrumento. Fundamentado pela abordagem instrumental e a teoria das situações, o professor Pedro buscou

desenvolver situações que utilizassem a calculadora como um instrumento para construção do conceito de potência, por meio de situações didáticas contextualizadas, no meio material. Sua intenção era despertar o interesse dos alunos, fazendo com que os mesmos aceitem o desafio na fase de ação, formulem a estratégia, validem a estratégia escolhida com os conhecimentos obtidos para depois o professor institucionalizar o conceito de potência.

O primeiro aspecto considerado para construção da situação pelo professor foi a faixa etária dos alunos. Por considerar que os alunos possuíam dificuldades de aprendizagem em matemática, o professor Pedro escolheu utilizar, além da calculadora, materiais concretos como cubos e caixa de madeira para elaboração da situação didática para construção do conceito de potência. O professor Pedro salienta que o conteúdo potenciação ainda não tinha sido ensinado aos alunos nesse ano letivo. E para elaboração das situações esboça os seguintes pontos:

*Professor Pedro: Meta: Construção do conceito de potência com uso da calculadora; Materiais: Calculadora, Caixa de madeira 5cm x 5cm, cubos de madeiras de 1cm x 1cm. Desafio: Instigar o aluno a perceber a regularidade de um produto com fatores iguais por meio da calculadora e manipulação dos objetos. Resultados esperados: fazer com que os alunos construam o conceito de potência de forma intuitiva através da manipulação da calculadora e dos materiais, sem a formalização previamente.*

De posse da calculadora e de um caderno, e com um planejamento prévio, o professor Pedro elaborou a seguinte situação, para aplicação em sua turma:

**Situação 01 do professor Pedro:** *Dado uma caixa no formato de cubo, que possui 5 cm de largura, 5 cm de comprimento e 5 cm de altura, determinar quantos cubinhos de 1cm de largura, 1cm de comprimento e 1cm de altura cabem dentro dessa caixa.*

*1º) Utilizando a calculadora encontre o resultado do problema.*

*2º) Explique qual a estratégia utilizada para resolver o problema.*

*3º) Qual a operação matemática utilizada para resolver o problema?*

*4º) Agora com auxílio de outros cubinhos, preencha todo o cubo para confirmar o resultado encontrado.*

Para realização desse problema, o professor Pedro determinou que a quantidade de cubos de 1cm x 1cm x 1cm seria 125 inicialmente, para que a partir dessas quantidades os alunos traçassem a estratégia para resolver o problema solicitado, no intuito que eles chegassem à estratégia do conceito de potenciação. Depois de construída a estratégia pelo aluno, o professor Pedro entregaria 125 cubinhos para validação da estratégia construída. O professor Pedro

ressaltou sua intenção didática de construir o conceito de potência por meio de ambos materiais (cubinhos e calculadora) pois esse conceito é desafiador para o aluno, pretendendo que o aluno aceite o desafio e desenvolva estratégias e as valide com os conhecimentos prévios trabalhados. Essa situação foi classificada por ele como uma situação adidática, a qual ele não intervém no processo de construção do conhecimento, apenas na fase de institucionalização. O objetivo do professor era que os alunos utilizassem a calculadora realizando as multiplicações sucessivas, para responder a situação.

De acordo com o professor Pedro, as variáveis didáticas dessa atividade foram duas.

Variável 1 (V1): O tamanho e o formato da caixa. Determinamos como variável didática o tamanho da caixa e o formato, pois à medida que alteramos as medidas e mudamos o formato da caixa, estaremos modificando as estratégias bem como o saber matemático em jogo. Tomando, por exemplo, que a medida da caixa passa a ser 5cm de altura, 15cm de comprimento e 5cm de largura, teremos uma caixa em formato retangular, a qual o saber matemático a ser trabalhado não será mais potência.

Variável 2 (V2): A quantidade de cubos de 1cm entregue aos alunos. Os valores dessa variável determinam a estratégia que levará à construção do conceito de potência, pois ao alterar a quantidade de cubos poderá influenciar na estratégia utilizada, fazendo com que os alunos realizem outra operação como, por exemplo, a adição.

Observamos a mudança da postura do professor Pedro ao comparar a atividade construída com a concepção inicial dele sobre a calculadora, pois ao elaborar essa situação ele utiliza a calculadora para construção do conceito de potência. Isso mostra o início de uma integração da calculadora, visto que a mesma começa a fazer parte do arsenal de materiais do professor, ao ponto de ser utilizada como um instrumento para construção do conceito de potência, antes mesmo do trabalho com o quadro branco, papel e lápis.

Após a elaboração da situação, fomos à turma do professor Pedro acompanhar a aplicação da situação didática.

Quanto à aplicação na turma do professor Pedro, dos 6 alunos que frequentam a aula, havia 5 no dia da aplicação.

O professor Pedro iniciou a aplicação da atividade nos apresentando como pesquisadores. Depois, ele entregou uma calculadora para cada aluno, seguido da atividade e solicitou aos alunos que acompanhassem a leitura das questões com ele. Após a leitura, os alunos foram convidados a realizar as operações solicitadas e observar o que acontecia. Logo após, eles explicitaram oralmente o que acontecia.



Os alunos declararam que era a primeira vez que realizavam uma atividade com calculadora em sala de aula e quatro alunos relataram que nunca tinham utilizado a tecla memória da calculadora. Tanto nas atividades que continham a tecla memória, quanto nas das operações fundamentais, os estudantes não apresentaram dificuldades.

Observamos nessa etapa os alunos utilizando a calculadora individualmente para compreensão das suas características, porém os mesmos ao finalizarem suas questões, sempre se reportavam ao outro para saber se os resultados estavam iguais, como uma forma de validação.

Prosseguindo para situação 1, o professor Pedro organizou a sala em duplas, e distribuiu uma caixa em formato de cubo com dimensões de 5cm x 5cm x 5cm e 15 cubinhos de 1cm x 1cm x 1cm para cada dupla e uma calculadora para cada aluno. Como a sala possuía apenas 5 alunos, todos sentaram juntos formando um único grupo, porém realizaram a resolução em duplas, e um aluno optou por fazer sozinho.

Para realização da solução, iniciaram resolvendo por estratégias individuais, 1 aluno optou pela soma, outro por estimativa utilizando a calculadora, e os outros três utilizando a multiplicação das medidas comprimento, largura e altura. O professor acompanhou o processo de fora apenas observando a forma que eles abordavam.

Figura 01: Resolução dos alunos da situação do professor Pedro



Fonte: Própria Autoria.

Nessa etapa da aplicação, observamos de forma explícita a coordenação e as ações individuais pelos estudantes; em seguida, inicia-se a integração de seus resultados em busca da melhor resolução para encontrar os resultados como aborda Rabardel (1995) nos esquemas de atividades coletivas instrumentais. Após diversas manipulações dos materiais e registros de operações na calculadora os alunos decidiram apresentar o modelo da multiplicação. Mas um dos integrantes do grupo não compreendeu, então um dos alunos do grupo mostrou como calcular comparando o que ele fez na calculadora, mostrando no cubo. Ao optar pelo modelo

da multiplicação, os alunos começaram a distribuir a quantidade de cubinhos em partes iguais para mensurar a quantidade total de cubinhos menores que cabiam na caixa de madeira, e em seguida realizavam multiplicações sucessivas desse mesmo número, trabalhando implicitamente o conceito de potência.

Nesse sentido, o professor solicitou que o grupo fosse ao quadro explicar o porquê dessa escolha. Nesse momento, dois deles explicaram que a escolha foi devido à multiplicação ser a operação mais eficiente para realização dessa situação, visto que “para completar o cubo maior, colocamos 5 cubinhos referente à altura, 5 referente à largura e 5 referente ao comprimento, dessa forma dá certo, pois utilizamos a calculadora para multiplicar as três medidas, conferimos colocando os cubinhos em cada medida do cubo maior”. Em seguida, o professor Pedro distribuiu 125 cubinhos para que os alunos confirmassem de fato se sua estratégia estava certa. Assim, ao confirmar a quantidade de cubinhos que cabe dentro do cubo maior, os alunos ratificaram a resolução da situação.

É interessante observar a partir dessa fala a integração da calculadora para resolução da situação, de modo a conseguir transpor a linguagem do meio material para linguagem numérica na calculadora a fim de obter o resultado almejado. E, assim, observar na calculadora a regularidade na multiplicação, tendo, então, a concepção de multiplicação de fatores iguais.

Destarte, o professor Pedro não interferiu no desenvolvimento da situação de forma explícita, apenas solicitou que o grupo deveria responder em conjunto, discutindo a melhor estratégia. Assim, os alunos utilizaram a calculadora como um instrumento para construção do conhecimento matemático.

Após esse momento, o professor Pedro foi ao quadro institucionalizar o saber em jogo, apresentando essa multiplicação de fatores iguais como a operação potenciação. Nesse sentido, ele mostrou como se escreve uma potência, os elementos da mesma, e aproveitou e associou a situação trabalhada com a caixa com o cálculo de volume do cubo, mostrando que para calcular o volume de um cubo temos uma potência de expoente 3. E assim, junto aos alunos o professor Pedro integra a calculadora transformada em instrumento para construção do conceito de potência, a partir de situações didáticas que proporcionam a percepção através da calculadora da regularidade da multiplicação de fatores iguais.

### **Considerações finais**

Baseados no quadro teórico adotado, compreendemos o processo de familiarização do professor com a calculadora, bem como a construção e a aplicação da proposta de situações

para as turmas de 6º ano. Ressaltamos que as teorias adotadas permitiram uma melhor compreensão e análise do uso da calculadora para o ensino de potência de forma efetiva.

Destacamos a mudança da postura do professor quanto ao uso da calculadora para construção do conhecimento matemático, visto que, antes das sessões de estudo, o professor considerava a calculadora como uma ferramenta para agilizar cálculos, e ao final da pesquisa, elaborou e aplicou em sala de aula situações nas quais a calculadora era utilizada com o intuito de favorecer a construção do conceito de potência. Ou seja, observaram-se indícios do processo de transformação da calculadora como artefato para a condição de instrumento incorporado no arsenal do professor para o ensino e aprendizagem de matemática, em especial potenciação, bem como da integração da calculadora no ensino de matemática e não apenas sua inserção, como traz Bittar (2011).

Quanto à construção das situações pelo professor, percebemos que o mesmo considerou as particularidades de sua turma, como a faixa etária, interesse pelo tema, para construção da proposta de aplicação. Deste modo, escolheu o meio material como uma forma de junto com a calculadora proporcionar um maior significado às situações didáticas construídas. Destacamos que as situações construídas pelo professor com o uso da calculadora propiciaram aos alunos a observação da regularidade envolvida com a multiplicação de fatores iguais.

No momento de aplicação das turmas, percebemos que os alunos construíram estratégias que proporcionaram chegar ao objetivo de realizar multiplicações sucessivas, em busca de compreender o conceito de potência antes de ser explicitamente trabalhado.

## Referências

ABAR, Celina Aparecida Almeida Pereira; ALENCAR, Sergio Vicente. A Gênese Instrumental na interação com o GeoGebra: uma proposta para a formação continuada de professores de matemática. **Bolema** [online], v. 27, n. 46, p. 349-365, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-636X2013000300002>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

ALMOULOUD, S. A. **Fundamentos da Didática da Matemática**. Curitiba: Editora UFPR, 2007. v. 1.

BESSOT, A. Panorama del quadro teorico della didattica matematica in Francia. **L'educazione matematica**. Anno XV - Serie IV - Vol. 1, n. 1, Italie, 1994.

BIANCHINI, B. L.; MACHADO, S. D. A. A sensibilização do professor do ensino fundamental para o uso da calculadora em sala de aula. In: GROENWALD, C. L. O.; ROSA, M. (Orgs.). **Educação Matemática e Calculadoras: teoria e prática**. Canoas, RS: ULBRA, 2010, p. 179-191.

BITTAR, M. A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de matemática. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 1, p. 157-171, 2011.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática, Ensino de 5ª a 8ª série** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998.

BROUSSEAU, G. Fondements et Méthodes de la Didactique des Mathématiques. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, v. 7, n. 2, p. 33-116, 1986.

\_\_\_\_\_. **Introdução ao estudo da teoria das situações didáticas**: conteúdos e métodos de ensino. Tradução Camila Bogéa. São Paulo: Ática, 2011.

CARAÇA, B. J. **Conceitos Fundamentais da Matemática**. Lisboa: Tipografia Matemática, 1951. Disponível em: <[http://www.im.ufrj.br/nedir/disciplinas-Pagina/Caraca\\_ConceitosFundamentais.pdf](http://www.im.ufrj.br/nedir/disciplinas-Pagina/Caraca_ConceitosFundamentais.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2015.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução Luciana de Oliveira da Rocha. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

FARIAS, L. M. S. **Étude des interrelations entre les domaines numérique, algébrique et géométrique dans l'enseignement des mathématiques au secondaire**: Une analyse des pratiques enseignantes en classes de troisième et de seconde. 2010. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier 2, France, 2010.

FELTES, Rejane Z. **Análise de erros em potenciação e radiciação**: um estudo com alunos de Ensino Fundamental e Médio. 2007. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

GUINThER, A. **O Uso das Calculadoras nas Aulas de Matemática**: concepções de professores, alunos e mães de alunos. 2009. Mestrado Profissional em Ensino de Matemática da PUC-SP. Disponível em: <[http://www.sapientia.pucsp.br/tde\\_arquivos/13/TDE-2010-01-19T12:17:00Z-9024/Publico/Ariovaldo%20Guinther.pdf](http://www.sapientia.pucsp.br/tde_arquivos/13/TDE-2010-01-19T12:17:00Z-9024/Publico/Ariovaldo%20Guinther.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2015.

HENRIQUES, A.; NAGAMINE, A.; NAGAMINE, C. M. L. Reflexões Sobre Análise Institucional: o caso do ensino e aprendizagem de integrais múltiplas. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 26, n. 44, dez. 2012.

LORENZATO, S.; FIORENTINI, D. **O profissional em Educação Matemática**, 2001. Disponível em: <[http://www.unisantia.br/teiadossaber/apostila/matematica/O\\_profissional\\_em\\_Educacao\\_Matematica-Erica2108.pdf](http://www.unisantia.br/teiadossaber/apostila/matematica/O_profissional_em_Educacao_Matematica-Erica2108.pdf)>. Acessado em: 15 jun. 2008.

LUCAS, C. **Organizaciones Matemáticas Locales Relativamente Completas**. 2010. 256 p. Tesina (Diploma de Estudios Avanzados: Programa Doctoral de Técnicas Matemáticas

Avanzadas y sus Aplicaciones) – Departamento de Matemática Aplicada I, Universidad de Vigo, Vigo, 2010.

NOGUEIRA FARIAS, V. L.; FARIAS, L. M. S. Construção de situações de aprendizagem em geometria plana utilizando o software cabri-geomètre: o deslocamento no ambiente computacional cabri-geomètre. In: IX Encontro Nacional de Educação Matemática, 2007, Belo Horizonte. Diálogos entre a pesquisa e a prática educativa, **Anais...** 2007. v. 1.

NORONHA, Claudianny Amorim; SÁ, Pedro Franco. A calculadora em sala de aula: por que usar. In: CUNHA, Emmanuel; SÁ, Pedro Franco (Orgs.). **Ensino e Formação Docente: propostas, reflexões e práticas**. Belém: A2 comunicação, 2002, p. 119-134.

OCDE, PISA: The OCDE **Programme for International Student Assessment (PISA)** Results from Pisa 2012. Disponível em:

<[http://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/resultados/2013/country\\_note\\_brazil\\_pisa\\_2012.pdf](http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2013/country_note_brazil_pisa_2012.pdf)>. Acesso em 20 maio 2015.

OLIVEIRA, H.; PONTE, J. P. Marcos históricos no desenvolvimento do conceito de potência. **Educação & Matemática**, 52, p. 29-34. 1999. Disponível em:

<<http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.educ.fc.ul.pt%2Fdocentes%2Fjponte%2Fdocs-pt%2F99-Oliveira-Ponte%2528Educ%26Mat-potencias%2529.doc&ei=UgajVK3ANcGJgwTkuICgAg&usg=AFQjCNE5OAZlzXBtibgiglVBZ4qq0LWMdQ&bvm=bv.82001339,d.eXY>> Acesso em: 12 nov. 2014.

OLIVEIRA, José Carlos Gomes. **A visão dos Professores de Matemática do Estado do Paraná em Relação ao uso de Calculadoras nas aulas de Matemática**. 1999. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 1999. Disponível em: <<http://cutter.unicamp.br/document/?code=vtls000189152>>. Acesso em: 07 maio 2014.

PAIAS, Ana M. **Diagnóstico dos erros sobre a operação potenciação aplicada a alunos dos ensinos fundamental e médio**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies**. Approche cognitive des instruments contemporains. Paris: A. Colin, 1995.

SELVA, Ana Coelho Vieira; BORBA, Rute Elizabete S. Rosa. **O uso da calculadora nos anos iniciais do ensino fundamental**. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

SILVA, Miriam Correia da. **Educação Matemática: Conhecimentos Docentes acerca de potenciação**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, UFAL, Maceió, 2013.

SILVA, Silvania Batista; FIGUEIREDO, Sonner Arfux de. **Uma análise discursiva do uso da calculadora em sala de aula**. 2008. Disponível em: <<http://www.linguisticaelinguagem.cepad.net.br/EDICOES/08/08.htm>> Acesso em: 01 ago. 2013.

SOUZA, J. R. de; PATARO, P. R. M. **Vontade de saber matemática**, 6º ano. 2. ed. São Paulo: FTD, 2012.

TROUCHE, L. **Calculators in mathematics education**: A rapid evolution of tools, with differential effects. Lyon, 2005. Disponível em: <[https://www.academia.edu/2744640/Trouche L. 2005 Calculators in mathematics\\_education A rapid\\_evolution\\_of\\_tools\\_with\\_differential\\_effects](https://www.academia.edu/2744640/Trouche_L._2005_Calculators_in_mathematics_education_A_rapid_evolution_of_tools_with_differential_effects)> Acesso em: 12 jun. 2014.