

A INTEGRAÇÃO DA CALCULADORA PARA O ENSINO DE POTÊNCIA: UM PERCURSO DE ESTUDO E PESQUISA PARA PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Eliane Santana de Souza
Universidade Estadual de Feira de Santana/Universidade Federal da Bahia
annystar_@hotmail.com

Luiz Marcio Santos Farias
Universidade Federal da Bahia
lmsfarias@ufba.br

Edmo Fernandes Carvalho
Universidade Estadual de Feira de Santana/Universidade Federal da Bahia
edmofo@gmail.com

Resumo:

O presente trabalho apresenta uma proposta de integração da calculadora simples para o ensino de potenciação com dois professores do 6º ano, no âmbito da Teoria da Instrumentação, Teoria das Situações e Teoria Antropológica do Didático. Assim apresentamos nosso objetivo de analisar como os professores integram a calculadora em sala de aula a partir de uma proposta de uso efetivo da mesma para a construção de potenciação, por meio de situações didáticas. Nossa proposta se baseia na construção do Percurso de Estudo e Pesquisa-PEP, como um dispositivo criado com função de integrar a calculadora no ensino de potenciação. Para isso, adotamos como metodologia a Engenharia Didática. Os resultados das análises revelaram que os profissionais envolvidos conseguiram integrar a calculadora, proporcionando aos alunos a construção do saber potenciação com o uso da calculadora. Ressaltamos a necessidade de ampliação de propostas de integração da calculadora para construção do conhecimento matemático.

Palavras-chave: Potenciação; Teoria da Instrumentação; Teoria das Situações Didáticas; Teoria Antropológica do Didático; Calculadora Simples.

1. Introdução

A matemática, desde as Séries Iniciais até o Ensino Médio, é tida pelos alunos como uma das disciplinas mais difíceis. A avaliação do PISA reforça essa situação, ao mostrar em seu relatório de desempenho dos países que na avaliação de 2012, dos 65 países participantes, o Brasil ocupou entre a 57ª e a 60ª posição em matemática (OECD, 2012).

Desse modo, nos questionamos sobre o estudo de potência, enquanto uma das operações matemáticas básicas para o ensino, nos levando a investigar sobre o tema.

O processo de ensino e de aprendizagem de potência apresentam dificuldades desde o seu início, geralmente no 6º ano do Ensino Fundamental-EF, até o Ensino Médio-EM. Feltes (2007), Paias (2009) e Silva (2013), ratificam essa afirmação ao apontarem em suas pesquisas

dificuldades e

erros relacionados à definição do procedimento de potência, às propriedades de potências, ao expoente negativo, entre outras.

Em busca de caminhos para amenizar as dificuldades no ensino e aprendizagem de potência, apresentamos a utilização de tecnologias. Nesse sentido, a calculadora simples, muito acessível, surge como uma forma de proporcionar a construção do conceito de potência integrado a tecnologias para o ensino, de modo a aproximar o objeto matemático do aluno,

visto que os PCNs ressaltam a importância dessa ferramenta para o ensino e aprendizagem matemática devido à sua possibilidade de investigação, raciocínio, entre outros (BRASIL, 1998). Mas, conforme mostra Selva e Borba (2010), Silva e Figueiredo (2008), a utilização da calculadora em sala de aula ainda é mal vista por professores.

Assim, apresentamos nosso problema de pesquisa delimitado da seguinte forma: como os professores integram a calculadora transformando-a em instrumento em sala de aula a partir de uma proposta de uso efetivo da mesma para a construção de potenciação por meio de situações didáticas? Para isso, tivemos como objetivo geral analisar como os professores integram a calculadora em sala de aula a partir de uma proposta de uso efetivo da mesma para a construção do saber potenciação por meio de situações didáticas. Destacamos que o objeto de investigação foi a integração da calculadora enquanto instrumento para o ensino de potência de forma efetiva, tendo dois professores do 6º ano como sujeitos da investigação.

A partir de uma análise realizada no Modelo Epistemológico Dominante-MED, construímos um Modelo Epistemológico de Referência-MER que nos embasou, para desenvolvermos nosso Percurso de Estudo e Pesquisa-PEP o qual faz parte de um Modelo Didático de Referência-MDR. Neste trabalho destacaremos alguns elementos que fizeram parte das análises desses modelos, porém a ênfase maior será no desenvolvimento do PEP (BOSCH & GASCÓN, 2010).

O PEP está atrelado a uma organização didática, a qual se destina a um desenvolvimento com professores de matemática para construção de situações que integrem a calculadora padrão na construção do saber potência, em busca de minimizar o problema didático em conjunto. Para essa construção, utilizamos como orientação a Teoria da Instrumentação-TI de Rabardel (1995) com as dimensões da gênese instrumental; a Teoria das Situações Didáticas-TSD de Brousseau (1986); e elementos da Teoria Antropológica do Didático-TAD.

mos nosso PEP a partir da abordagem metodológica Engenharia Didática, para construirmos uma proposta de utilização da calculadora integrada à construção do saber potência, por meio de situações didáticas no 6º ano do Ensino Fundamental. Por optarmos pelo trabalho com a construção do saber potência, o nosso contexto de pesquisa foram professores do 6º ano do Ensino Fundamental.

2. O ensino de potenciação e suas dificuldades

O ensino do saber potenciação geralmente é iniciado no 6º ano do EF, prosseguindo durante todo esse período, sendo abordado novamente com maior enfoque no 9º ano e no EM, com introdução à função exponencial. Porém, os alunos têm apresentado dificuldades frequentes relacionadas à compreensão e exploração do tema.

De acordo com o autor Caraça (1951), a potência a^n é um produto de fatores iguais:

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

Ao número a , fator que se repete, denominamos de base, ao número n denominamos expoente e o resultado, potência (CARAÇA, 1951). O autor esclarece que a base a desenvolve um papel passivo e o expoente n um papel ativo. Essa explicação presente no livro *Conceitos Fundamentais da Matemática*, não se difere das apresentadas nos livros didáticos do 6º ano do Ensino Fundamental, os quais trazem a potência como multiplicação de fatores iguais.

Ao realizar um estudo histórico-epistemológico sob o ponto de vista didático, em especial em termos de objetos do saber¹, observamos que não há uma definição de potência explícita válida para os diferentes níveis de ensino. Na verdade, o que temos é a explicitação de procedimentos de cálculo, que apresentam a multiplicação de fatores iguais como uma potência. Nesse sentido, ressaltamos que essa explicação de potência como um produto de fatores iguais é válida apenas no conjunto dos números naturais e na instituição² 6º ano, pois, ao estendermos no final do Ensino Fundamental, no conjunto dos números reais, esse procedimento não é mais válido. Destarte, temos a potenciação como um objeto do saber

¹ Consideramos o objeto do saber na perspectiva de Chevallard (1992), o qual apresenta o saber sob o ponto de vista didático, apresentado em três categorias: paramatemáticos, matemáticos e protomatemáticos.

² Adotamos instituição, no sentido empreendido por Chevallard (1992), que pode ser explicitada como um dispositivo social, total ou parcial, que impõe aos seus sujeitos formas de fazer e de pensar, que são próprias a cada “tipo ou forma” de instituição. Nesse caso uma sala de aula, uma escola, um livro didático, o PCN, um série específica, dentre outros documentos de referência para o ensino, são considerados instituições na Teoria Antropológica do Didático.

paramatemático, o qual, de acordo com Almouloud (2007), consiste em ferramentas utilizadas para descrever e estudar outros objetos matemáticos.

Apesar disso, utilizaremos o procedimento de potenciação explicitado por Caraça (1951) para o desenvolvimento de nossa pesquisa, por termos como contexto desta o 6º ano do EF.

Analisando pesquisas (FELTES, 2007; PAIAS, 2009; SILVA 2013) sobre o ensino e aprendizagem de potenciação, podemos observar que as mesmas apresentam dificuldades relevantes sobre o assunto para os alunos.

Feltes (2007) realizou um estudo com o objetivo de analisar erros cometidos por alunos do Ensino Básico, ao resolver testes de potenciação, radiciação e equações exponenciais, com estudantes da 7ª e 8ª séries do EF e 1º ano do Ensino Médio. Ao que se refere a potenciação, ela utilizou 29 categorias de erros, dentre elas: multiplicar a base pelo expoente; multiplicar ou dividir as bases das potências e elevar à soma dos expoentes; entre outros. De acordo com as conclusões da autora, a maior parte das dificuldades está relacionada a operações numéricas e às propriedades da potenciação.

Observamos nesse estudo, que apesar do contexto da pesquisa dizer respeito a alunos da 7ª e 8ª série do EF, e também 1º ano do EM, há erros de potenciação de procedimentos abordados na antiga 5ª série.

Ampliando nossos estudos sobre o tema, analisamos a pesquisa de Paias (2009). Essa pesquisa teve como objetivo saber quais erros os alunos cometem sobre potenciação e quais os fatores para tal ocorrência. O contexto da pesquisa abrangeu estudantes da 8ª série/9º ano do EF e o 1º ano do EM. 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” (PAIAS, 2009, p. 201). A estudiosa ainda ressalta que parte dos alunos comete o erro de confundir base e expoente, resultando em erro da potência, além de equívocos relacionados a expoentes fracionários, expoentes negativos, expoente zero e também referentes às propriedades.

Dentre o levantamento que realizamos, destacamos também o trabalho de mestrado de Silva (2013), desenvolvido no estado de Alagoas. Em seu trabalho relacionado aos conhecimentos docentes acerca de potenciação, Silva (2013) trouxe como motivação para o desenvolvimento da pesquisa a sua experiência enquanto 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). Ela acrescenta que essas

também são comuns para alguns alunos do EM. Em suas conclusões, Silva (2013) destaca que os conhecimentos dos professores do 6º ano do Ensino Fundamental sobre potenciação são puramente técnicos, baseados em repetição e reprodução do livro didático.

Estamos diante de dois problemas: um relacionado à compreensão do objeto do saber potenciação e o outro voltado à metodologia adotada pelo professor de matemática. Isso nos leva a refletir sobre uma forma de tentar minimizar essas lacunas no ensino e aprendizagem de potência. E, assim, buscamos, com este trabalho, o desenvolvimento de uma proposta para a construção de potência, utilizando a calculadora de forma integrada por professores do 6º ano. Desse modo, vamos ampliar nossas análises para a utilização da calculadora no ensino de matemática.

3. A calculadora no ensino de matemática

As Tecnologias da Comunicação e Informação – TIC estão atreladas às tecnologias disponíveis para a população, sendo elas no meio informal, de trabalho ou escolar. Temos como recursos: computadores, TV, *pen drive*, *data show*, DVD, mp3, *smartphones*, celulares, *tablets*, calculadoras gráficas, calculadoras científicas, calculadora simples (conhecida como de bolso).

Porém, apesar da diversidade de recursos tecnológicos atuais, estes ainda não estão de forma efetiva empregados no ensino de matemática, a exemplo da calculadora simples, que está acessível à maior parte da população brasileira, porém não é efetivamente empregada em sala de aula (BIANCHINI; MACHADO, 2010).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais incentivam o uso da calculadora apresentando a importância de trabalhar com esse instrumento devido à mesma propiciar a realização de atividades exploratórias e investigações, oportunidade de autoavaliação, instigando o raciocínio do aluno, dentre outros (BRASIL, 1998).

Selva e Borba (2010) apresentam o uso da calculadora e computadores como instrumento que proporciona 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.

Silva e Figueiredo (2008) observam em seus estudos que os professores que se posicionaram de forma negativa ao uso da calculadora, alegaram não utilizá-la devido à mesma trazer o que eles chamam de “preguiça mental” para os alunos.

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 estudante.

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

Conforme apresentado nas pesquisas, percebemos indícios de que essa não efetividade da utilização da calculadora no ensino de matemática de forma integrada pode estar relacionada à formação e prática do professor.

Nesse contexto, conhecendo as potencialidades que o uso da calculadora proporciona, percebe-se a importância da inclusão da mesma enquanto uma tecnologia da informação e comunicação voltada à construção do conceito de potência. E ao perceber a falta de uma relação pessoal e institucional dos professores de matemática com o instrumento calculadora, se faz necessário a construção de uma proposta que embase estes profissionais para utilização efetiva da calculadora integrada ao ensino de potência.

4. Quadro teórico

Nesse trabalho fizemos uso das seguintes teorias TAD, TI e TSD. A Teoria Antropológica do Didático-TAD nos embasou na formulação do problema de pesquisa bem como em todo desenvolvimento do trabalho, visto que a TAD estuda o homem e a relação com o saber matemático (CHEVALLARD, 1999), focalizando nas organizações praxeológicas didáticas para o ensino e aprendizagem de organizações matemáticas (ALMOULOU, 2007).

A TAD proporciona, por meio de elementos institucionais, às organizações praxeológicas e matemáticas, detectar e elaborar propostas para atender às lacunas diagnosticadas.

Trazendo como objetivo da pesquisa analisar a integração da calculadora por professores de matemática a partir de uma proposta de utilização efetiva da calculadora transformando-a em instrumento para o ensino de potência por meio de situações didáticas, não poderíamos deixar de nos embasarmos na Teoria da Instrumentação-TI de Rabardel (1995).

A abordagem instrumental está baseada na ideia de uma contribuição fundamental de ferramentas e atividades na aprendizagem humana. Oriunda da ergonomia cognitiva e da didática profissional, essa abordagem, desenvolvida por Rabardel (1995), distingue um artefato de um instrumento.

Para Rabardel (1995) o artefato é um dispositivo material utilizado como meio de ação e instrumento é construído pelo sujeito ao longo de um processo no qual um artefato transforma-se progressivamente em instrumento. Esse processo de transformação de um artefato para um instrumento foi denominado por Rabardel (1995) de gênese instrumental.

A calculadora, por exemplo, é um objeto sem significado, a não ser que seja transformado em instrumento, conhecendo-se, assim, suas funções, as atividades em que ela pode ser utilizada, configurando-se, dessa maneira, como um instrumento útil e eficaz. Esse processo de execução compete ao utilizador desenvolver, esquemas de utilização, que, de acordo com Rabardel (1995), podem ser repartidos em três categorias: esquemas de uso, os quais são responsáveis ao reconhecimento do artefato, com suas funcionalidades; esquemas de ação instrumental, o artefato é um meio de realização; e esquemas de atividades coletivas instrumentais, utilização simultânea de um instrumento em atividades coletivas.

Desse modo, para que um trabalho com a calculadora aconteça de forma efetiva, acreditamos na importância de respeitar essa sequência dos esquemas de uso.

De acordo com nossa proposta de pesquisa de integração da calculadora padrão e o ensino de matemática, elevamos a mesma ao estatuto de instrumento de acordo com a perspectiva de Rabardel (1995). Nesse contexto, temos que a TI nos permite a transformação de um artefato em instrumento; mas, para que a integração da calculadora ocorra de forma efetiva, foi necessário nos fundamentarmos na TSD, de Brousseau (1986), que será explicitada em seguida.

A Teoria das Situações Didáticas-TSD, conforme apresenta Almouloud (2007), “busca criar um modelo de interação entre o aprendiz, o saber e o *milieu* (meio) no qual a aprendizagem deve se desenrolar” (2007, p. 31). De acordo com Brousseau (1986), as situações didáticas são classificadas em didáticas e adidáticas. Ele define situações didáticas como:

o 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 (BROUSSEAU, 1978 *apud* ALMOULOU, 2007, p. 33).

Já as situações adidáticas, Brousseau (1986) apresenta como situações planejadas pelo professor para que o aluno aja por iniciativa própria, refletindo, resolvendo, 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.

Salientamos que a teoria das situações é de grande relevância para o processo de ensino e aprendizagem de matemática, pois a mesma valoriza o trabalho autônomo do aluno na construção do saber e ao mesmo tempo, o do professor em desenvolver situações que permitam a aprendizagem do aluno. Assim embasados nas teorias citadas, construímos o nosso PEP, no intuito de minimizar as lacunas existentes no ensino de potenciação.

5. O Percorso de Estudo e Pesquisa: construção e desenvolvimento

O PEP é um dispositivo criado no intuito de minimizar as lacunas apresentadas a partir da análise do MED do saber, em nosso caso, artigos sobre o tema, livros, entre outros, a partir da construção de um trabalho prático, que objetiva institucionalizar o momento de trabalho da técnica, embasado no modelo epistemológico de referência adotado, em nosso caso o de Caraça (1951).

Em nossa pesquisa, desenvolvemos no PEP uma proposta que visa à construção da potência no 6º ano do Ensino Fundamental, integrada à utilização da calculadora.

O nosso PEP foi realizado na cidade de Feira de Santana – BA. Os sujeitos colaboradores dessa pesquisa foram dois professores de matemática do 6º ano do Ensino Fundamental de duas escolas públicas de Feira de Santana. A opção do 6º ano foi em virtude de ser uma série que está na fronteira entre o ensino fundamental I e o ensino fundamental II, na qual há uma mudança relevante no ensino.

Utilizamos como metodologia a Engenharia Didática. Deste modo, explicitaremos a seguir as fases da mesma desenvolvida para a construção e desenvolvimento do PEP.

A primeira fase foi a análise prévia. Nessa etapa, realizamos um estudo de elementos que estruturam a organização matemática do saber potenciação. Fizemos uma análise do objeto matemático, considerando as dificuldades encontradas nesse processo evolutivo, relativas à potenciação a partir de algumas pesquisas sobre o tema.

Realizamos também, análise sobre o uso da calculadora no ensino de matemática, tendo como base estudos sobre a importância da calculadora no ensino de matemática e pesquisas que mostram a “rejeição” da calculadora por parte de professores. E assim,

questão de pesquisa em: como os professores integram a calculadora simples para construção do conceito de potência por meio de situações didáticas.

Em seguida partimos para análise *a priori*. Essa etapa é a fase responsável pela construção do nosso PEP. Inicialmente elaboramos um material teórico para que os participantes conseguissem atingir o nosso objetivo de integrar a calculadora enquanto instrumento para o ensino de potência. Esse material embasava os professores sobre a TI, TSD e TAD. Em seguida a partir desse material desenvolvemos situações matemáticas que permitissem de forma prática a compreensão das teorias trabalhadas.

Em busca de proporcionarmos a apropriação da calculadora pelos professores, desenvolvemos situações a partir dos esquemas de utilização trabalhados por Rabardel (1995). O objetivo desses esquemas é proporcionar a apropriação da calculadora por partes dos participantes, transformando-a em instrumento para utilizá-la em função da construção do conhecimento matemático.

Construímos duas sequências de atividades. A primeira sequência de atividade teve como objetivo compreender e desenvolver esquemas de utilização da calculadora baseadas nos esquemas trabalhados por Rabardel (1995), esquemas de uso, esquemas de ação instrumental, com a finalidade de proporcionar aos professores uma maior apropriação da calculadora simples, bem como a exploração de suas funções. A segunda sequência abordou a utilização da calculadora para a construção do objeto do saber potência, com os esquemas de atividades coletivas instrumentais considerando as mudanças de variáveis em busca de despertar novas técnicas de resolução.

A próxima fase foi experimentação. Iniciamos o trabalho com os professores realizando uma conversa a respeito sobre o ensino de potenciação, os quais relataram não sentirem dificuldades, porém afirmaram que seus alunos possuíam dificuldades em potência.

Na sessão começamos a discutir sobre o uso da calculadora, questionando os mesmos suas experiências com a mesma, os mesmos ressaltaram que não fizeram uso da calculadora no ensino de matemática na Educação Básica e no Ensino Superior apenas na disciplina de Física devido aos cálculos ser imensos. Após essa discussão partimos para o estudo teórico. Iniciamos buscando diferenciar artefato de instrumento, junto aos professores participantes, em seguida fomos entender os esquemas de utilização.

O primeiro esquema a ser abordado foi o de uso para que os professores explorassem as funções da calculadora, visto que, nesse esquema, Rabardel (1995) destaca a gestão das propriedades e as características do artefato.

1º) Apertem a seguinte sequência de teclas e observem o que acontece:

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

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

O objetivo dessa atividade consiste em fazer com que os professores participantes relembrem as propriedades de uso da calculadora. Em seguida, apresentamos uma questão relacionada ao esquema de ação instrumental, sendo que, nesse esquema, o artefato é um meio de realização.

3º) Vejamos a utilização das teclas de multiplicação. Um homem tinha sete casas; Cada casa tinha sete gatos; Para cada gato havia sete ratos; Para cada gato havia sete espigas de trigo; E cada espiga tinha sete medidas de grão. Quantas coisas ele possuía, casas, gatos, ratos espigas e medidas de grão?

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

- a) Transformar 873,873 em 800,873

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

A próxima atividade envolve esquemas de atividades coletivas instrumentais, as quais Rabardel (1995) apresenta como atividade de uso conjunto ou simultânea de um instrumento em um contexto de atividades coletivas/compartilhadas. Foi uma adaptação do jogo corrida ao n de Brousseau (1978), porém realizamos mudanças 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. Cada jogador escolhe um número de 1 a 5 e prossegue multiplicando o número escolhido por ele mesmo, sendo um jogador de cada vez, buscando encontrar 625 primeiro.
4. Em caso da escolha do número errado, o jogador deverá voltar ao início do jogo, sendo que o segundo jogador prosseguirá no jogo.
5. Fazer algumas jogadas e formular uma estratégia vencedora.

Nessa atividade, solicitamos que os professores jogassem para formular a estratégia vencedora. Em seguida, realizassem uma análise do jogo. Ao jogar *A corrida ao 625*, os professores chegaram à estratégia vencedora, na qual ambos observaram que a estratégia vencedora deve 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 as seguintes respostas:

Análise do Professor 1: 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.

Análise da Professora 2: Gostei do jogo, pois permite que os alunos percebam por meio das tentativas, os múltiplos dos números de 1 a 5, trabalhando de forma dinâmica o conteúdo matemático, utilizando a calculadora por meio de um jogo. E ao realizar as tentativas de chegar ao número 625 os alunos vão se aproximando da ideia de potência de forma natural, explorando outros números além do 5.

A partir dessas análises, prosseguimos apresentando nosso segundo quadro teórico, a TSD, com o intuito de embasá-los para criação de situações didáticas que permitissem a utilização da calculadora enquanto instrumento integrado ao ensino de potenciação. Logo após, solicitamos aos professores que, voltassem à situação da corrida ao 625 e a analisassem de acordo com os conhecimentos adquiridos. Obtivemos os seguintes resultados:

Tabela 04: Análise da Corrida ao 625

Tipos da situação	Tipo de tarefa	Tipo de técnica	Tipo de discurso tecnológico-teórico
Adidática. Pois a intenção de ensinar não está revelada ao respondente.	Chegar ao 625, ou seja, tarefa do tipo encontrar o valor procurado, 625.	Técnica por tentativa, aplicando a multiplicação de fatores iguais.	Definição de potenciação.

Fonte: Souza (2015).

Após a análise dessa situação, partimos para discussão das variáveis didáticas envolvidas na situação. Na situação *Corrida ao 625*, destacamos duas variáveis didáticas, as quais denominamos de 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-se a estratégia aplicada. Variável 2 (V2): Organização de interações entre os alunos. Os valores dessa variável determinam a estratégia vencedora, pois, à medida que aumenta a quantidade de jogadores, influencia a estratégia vencedora.

Após a análise dessas atividades, os professores construíram uma proposta de intervenção para sua sala envolvendo situações didáticas para o ensino de potenciação com uso da calculadora de forma integrada para o 6º ano, destacando a construção do procedimento potência, antes de abordar o conteúdo formalmente.

6. Considerações Finais

De acordo com nossa investigação, obtivemos como resultados que os dois professores conseguiram integrar a calculadora para construção do procedimento de potência, a partir do PEP construído, visto que, ambos professores construíram propostas para seus alunos de

modo a proporcionar a realização de sucessivas multiplicações de um mesmo número, permitindo a observação da regularidade ocorrida e rompendo a dificuldade mais comum entre os estudantes, que é a de interpretar a potenciação como uma multiplicação de base por expoente.

Observamos a integração da calculadora para o ensino de potência, a partir do acompanhamento das sessões de estudo com os professores, e da aplicação dos mesmos das atividades elaboradas nessas sessões utilizando a calculadora. Após estudo teórico e transformação do artefato calculadora para um instrumento a partir dos esquemas de uso com os professores participantes, observamos que ambos os professores conseguiram construir atividades que trabalhavam a calculadora integrada a construção de potência para o 6º ano, destacando a utilização do meio material como mais um elemento motivador para os alunos.

Ao acompanharmos a aplicação das situações desenvolvidas pelos professores em suas turmas, pudemos perceber o processo de integração de forma explícita, devido a observamos a participação dos alunos na construção do conhecimento de potência integrado a calculadora, tendo o professor assumido o papel de mediador e os estudantes de sujeitos responsáveis pela construção do seu próprio conhecimento. Além disso, acompanhamos essa integração no momento de institucionalização de acordo com Brousseau (1986), momento o qual o professor institucionaliza o saber potência pela primeira vez trabalhando formalmente o conteúdo em sala, e percebemos que os estudantes construíram o conceito a partir do trabalho com a calculadora.

Salientamos que os dois professores mostraram interesse em prosseguir com situações que proporcionem a construção do conceito de potenciação com o uso do instrumento calculadora, elaborando novas situações que venham a contornar as possíveis lacunas observadas nas situações didáticas aplicadas.

Ainda que não seja possível sabermos como serão as ações futuras dos professores participantes, advertimos que as sessões de estudo e as propostas construídas pelos participantes serviram como um momento de reflexão de sua prática e de novos aprendizados a serem acrescentados, buscando um melhor caminho para o ensino e a aprendizagem. Assim, conforme pressupostos teóricos estudados, percebemos que, para que ocorra um trabalho efetivo com a potenciação e a calculadora, é necessário a integração da mesma com o objeto do saber matemático envolvido.

7. Referências

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

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. (Org.). **Educação Matemática e Calculadoras: teoria e prática**. Canoas – RS: ULBRA, 2010, p. 179-191.

BOSCH, M.; GASCÓN, J. Fundamentación antropológica de les organizaciones didáticas: de los “talleres de prácticas matemáticas” los “recorridos de estudio e investigación”. In: **Diffuser les mathématiques (et les autres savoirs) comme outils de connaissance et d’action**, IUFM de l’académie de Montpellier, 2010, p. 55-93.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs): Matemática**. Ensino de 5ª a 8ª série. Brasília: MEC/SEF, 1998.

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

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

CHEVALLARD, Y. Concepts fondamentaux de la didactique: perspectives apportées par une approche anthropologique. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, v. 12.1, Éditions La Pensée Sauvage, 1992.

FELTES, Rejane Z. **Análise de erros em potenciação e radiciação: um estudo com alunos de Ensino Fundamental e Médio**. 2007. 136 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

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

OCDE, PISA: The OECD **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>. Acesso em: 20 maio 2015.

PAIAS, A. M. **Diagnóstico dos erros sobre a operação potenciação aplicada a alunos dos ensinos fundamental e médio**. 2009. 219 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

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

SELVA, A. C. V.; BORBA, R. E.S. R. **O uso da calculadora nos anos iniciais do ensino fundamental**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010.

SILVA, M. C. da. **Educação Matemática** : Conhecimentos Docentes acerca de potenciação. 2013. 114 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió.

SILVA, S. B.; FIGUEIREDO, S. A. 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, E. S. de. **Uma proposta de utilização efetiva da calculadora padrão no ensino de potência**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências – Universidade Federal da Bahia, Salvador – Ba, 2015.