

Iniciação Científica e a Aprendizagem de Matemática na Educação Básica

Eduardo Britto Velho de Mattos¹, Aline Silva De Bona², Marcus Vinícius de Azevedo Basso³, Léa da Cruz Fagundes⁴.

¹ Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CAp/UFRGS), Rio Grande do Sul, Brasil.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IM/UFRGS), Rio Grande do Sul, Brasil.

⁴ Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PGIE/UFRGS), Rio Grande do Sul, Brasil.

{eduardo.britto, mbasso, leafagun}@ufrgs.br, aline.bona@osorio.ifrs.edu.br

Resumo

O artigo é uma articulação teórica entre as propostas pedagógicas denominadas Projeto de Aprendizagem e Iniciação Científica aplicados à Educação Básica nas aulas de Matemática, associada a um estudo de caso que faz uso do Fazer e Compreender da teoria Piagetiana para explorar uma releitura da ação dos estudantes em processo de aprender a aprender Matemática. O objetivo deste trabalho é proporcionar aos estudantes um aprender a aprender Matemática valendo-se da sua curiosidade na forma da Iniciação Científica, e dos recursos que os mobilizam, como as tecnologias digitais. O método desta investigação é um estudo bibliográfico e prático em relação ao estudo de caso, e aponta como resultados a aprendizagem de Matemática através da Iniciação Científica na Educação Básica e a participação efetiva dos estudantes em sala de aula, presencial ou online, com autonomia e responsabilidade sobre seu processo de aprendizagem.

Palavras chave: Projetos de Aprendizagem, Iniciação Científica na Educação Básica, Fazer e Compreender, Intervenção do Professor.

Abstract

This article is a theoretical link between the so-called pedagogical proposals Learning Project and scientific research applied to Primary Education in Mathematics classes, associated with a case study that makes use of the Making and Understanding of Piagetian theory to explore a retelling of the action students learning to learn mathematics process. The aim of this study is to provide students learning to learn mathematics reliant on their curiosity in the form of scientific research, and resources that inform them, how digital technologies. The method of this research is a literature study and practical in

relation to the case study, and points out how the learning outcomes of Mathematics by Scientific Initiation in Primary Education and the effective participation of students in class, in person or online room with autonomy and responsibility for their learning process.

Key Words: Learning Projects, Scientific Initiation in Primary Education, Making and Understanding, Teacher Intervention.

1. Introdução

É notória a necessidade de se estudar novas propostas pedagógicas com a finalidade de proporcionar aos estudantes um espaço de aprender a aprender Matemática na escola, devido a diversos motivos, tais como: os conteúdos de Matemática são desconexos [1]; não existe diálogo entre a realidade do estudante e a ação em sala de aula [2] [3]; a ação dos estudantes em sala de aula é pouco valorizada e possibilitada [4]; a possibilidade de apropriação das tecnologias digitais em sala de aula é muito limitada [5], entre outros.

Nesse contexto, apresenta-se como uma prioridade educacional a construção de uma sala de aula que se constitua em um espaço de aprendizagem para professores e estudantes. Para tanto, Bona e Leal [6] indicam a necessidade de uma prática docente que contemple a ação dos estudantes, possibilitando a promoção do diálogo e a autonomia. Um aspecto central dessa prática docente, deve ser o de considerar as curiosidades dos estudantes, de modo que eles se mobilizem cognitivamente para aprender a aprender.

Mattos [7] indica, nesse sentido, a possibilidade da construção de conceitos de matemática através de investigações que iniciem das curiosidades de cada estudante. De acordo com Bona [8], pode-se iniciar, também, em uma curiosidade Matemática, como uma sequência de problemas de lógica usualmente explorados

em redes sociais como entretenimento, por exemplo, mas é importante que o professor proponha desafios ou discussões que levem a necessidade de articular com outros conceitos de Matemática.

A ação de investigar, de acordo com Bona [9], está presente na vida cotidiana dos estudantes de hoje, devido as tecnologias digitais online, porque eles fazem uso desses recursos tanto para se informar como para se comunicar de maneira dinâmica. A investigação é, segundo Mattos [7] e Bona [9], central na proposta pedagógica de Projetos de Aprendizagem, sendo o estudante um sujeito ativo no seu processo de construção do conhecimento. Conforme Mattos [10] e Mattos e Basso [11], é possível aprender a aprender Matemática através de Projetos de Aprendizagem (e projetos de Iniciação Científica), que surgem de uma questão de interesse dos estudantes da Educação Básica. Nesse processo, o papel do professor é questionar e orientar a construção dos conceitos de Matemática, permitindo o fazer e compreender do estudante, segundo Bona[8].

O que se questiona neste artigo como uma pesquisa iniciante, ainda em fase teórica, é: Como os estudantes aprendem Matemática através de projetos de Iniciação Científica na Educação Básica? Como deve ser a intervenção do professor para que, à luz do Fazer e Compreender piagetiano, estudantes aprendam Matemática através de projetos de Iniciação Científica na Educação Básica? Estas questões norteiam o artigo, que é uma pesquisa bibliográfica, com o estudo de um caso, que tem o objetivo de articular e discutir os conceitos de Iniciação Científica e Aprendizagem de Matemática na Escola Básica, e iniciar a análise desta possível construção em dados apontados por Mattos [7].

O artigo está organizado por seções: 1. Introdução, que contempla a problemática, o objetivo e o método da pesquisa; 2. Iniciação Científica e a aprendizagem de matemática na Educação Básica, que articula as conceituações teóricas; 3. Fazer e Compreender na Ação de Investigar em Matemática e a Intervenção do Professor, que aborda a teoria suporte desta proposta pedagógica à luz da Teoria de Jean Piaget; 4. Estudo de Caso, que propõe uma nova perspectiva de análise para os dados apresentados por Mattos [7]; 5. Considerações Finais; e, por fim, as Referências Bibliográficas.

2. Iniciação Científica e a Aprendizagem de Matemática na Educação Básica

A ideia de Iniciação Científica (IC) é amplamente divulgada e desenvolvida por estudantes do ensino superior, tendo a finalidade de, segundo definições da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), colocar estudantes em contato com grupos/linhas de pesquisa, e

proporcionar ao estudante de graduação, orientado por pesquisador experiente, a aprendizagem de técnicas e métodos científicos de pesquisa, bem como estimular o desenvolvimento do pensar cientificamente e da criatividade, decorrentes das condições criadas pelo confronto direto com os problemas de pesquisa.

Por outro lado, a proposta de IC na Educação Básica ainda é recente, pouco divulgada e desenvolvida nas escolas. Nesse sentido, é interessante destacar alguns pontos centrais da IC na Educação Básica que a definem e diferenciam da ideia de IC para o ensino superior.

Como ponto comum, vale ressaltar, ambas as propostas tratam de assumir o estudante como um pesquisador em processo de iniciação e buscam promover o desenvolvimento do raciocínio científico, da criatividade e da autonomia dos estudantes.

Como diferenciação inicial (e principal no nosso entendimento), a IC na Educação Básica centra o início da investigação na pergunta (curiosidades, questionamentos, dúvidas) do estudante. Dessa forma, o estudante constrói a sua proposta de pesquisa e, ao se relacionar com outros colegas pesquisadores, cria grupos de pesquisa com objetivos comuns. Esse ponto, ao mesmo tempo que indica uma importante separação das propostas de IC, traz uma aproximação da IC na Educação Básica com a proposta de Projetos de Aprendizagem [7][12].

A relação intrínseca entre os dois conceitos (Projeto de Aprendizagem e projetos de Iniciação Científica na Educação Básica) fica evidente, pois ambos consideram o estudante como sujeito ativo da construção de seu conhecimento e privilegiam a investigação que parte do real interesse do estudante, suas dúvidas, questões e curiosidades e não da necessidade da escola em desenvolver determinados conteúdos. Nesse sentido, passaremos a considerar, neste artigo, ambos os projetos como propostas de Iniciação Científica na Educação Básica e chamaremos de IC.

Através da IC os estudantes têm a oportunidade de investigar junto com seus colegas, de modo que pesquisam informações, compartilham e debatem ideias entre si, criam hipóteses, testam as hipóteses, fazem uso dos recursos que lhes são interessantes como as tecnologias digitais, entre outros. Nesse processo, o professor orienta os estudantes (através de questionamentos, desafios e diferentes estratégias de intervenção) na busca de resolver as suas questões de investigação, geralmente denominadas “Perguntas Iniciais”.

Ao longo desse processo, cabe ao professor de Matemática planejar intervenções que, além de orientar a investigação com foco nas perguntas iniciais, levem os estudantes a tomar consciência dos conceitos de Matemática necessários a cada investigação.

A IC é, como se pode observar, uma proposta pedagógica atrativa aos estudantes inseridos na cultura digital e permite viabilizar uma prática investigativa nas aulas de Matemática, tendo em vista que o meio apontado como mobilizador para que os estudantes aprendam a aprender Matemática são os recursos da tecnologia digital, seja online ou não, segundo Morais [13], Mattos [7]; Bona [4] [8].

Os métodos de investigação na IC se constituem como uma forma de aprender para os estudantes desde o início da vida escolar, e os conceitos e conteúdos das diferentes áreas do conhecimento surgem com naturalidade, assim a contextualização e a interdisciplinariedade são contempladas de maneira natural pelos estudantes.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais da Matemática [14], os conteúdos de Matemática presentes no currículo da Escola Básica são importantes e lá estão presentes devido a sua aplicabilidade em outras áreas do conhecimento, na vida cotidiana e “pela importância no desenvolvimento do raciocínio lógico do estudante” (p.19) [8]. Com a preocupação de cada vez mais proporcionar este espaço ao estudante na Escola Básica, também é justificada a proposta de IC ora apresentada.

Destaca-se, ainda, que, com a crescente ação de ‘compartilhar’ dos tempos de cultura digital, é cada vez mais importante se contemplar na escola as questões éticas de um trabalho de pesquisa. Conforme Bona [8], é responsabilidade da escola fazer um bom uso das tecnologias digitais sob a forma de propostas pedagógicas que as contemple.

Tendo o estudante como um sujeito ativo, como pesquisador das suas questões (sejam estas individuais ou coletivas), é fundamental que o professor estude como interagir frente ao processo de aprendizagem deste estudante, de modo a valorizar suas ações, entender como está construindo os conceitos de Matemática (seu conhecimento) e estudar como intervir de modo a contribuir no seu processo de aprendizagem de Matemática.

Propomos, para analisar possibilidades de intervenção do professor, o estudo da epistemologia genética de Jean Piaget. Em especial, nesse momento, pretendemos discutir o Fazer e Compreender [15] no cenário da investigação na Educação Básica.

3. Fazer e Compreender na Ação de Investigar em Matemática e a Intervenção do Professor

Esta seção correlaciona três conceituações: o cenário da sala de aula que contempla a proposta pedagógica de IC; a forma de compreender a ação dos estudantes que

desenvolvem projetos de IC; e a Intervenção do Professor para a promoção de aprendizagens de matemática.

Primeiramente, com Bona [8], o cenário da sala de aula deve ser entendido como um espaço de aprendizagem, seja este presencial e/ou online, que: contemple o diálogo entre todos os agentes – estudante e professor, e estudantes entre si –; compreenda que a aprendizagem cooperativa é primordial para contemplar a dinamicidade de hoje e a ideia do compartilhar de forma consciente; promova a autonomia dos estudantes; e leve à tomada de consciência dos estudantes sobre a relevância das suas ações para o seu aprender a aprender Matemática.

A sala de aula, então, deve ser um espaço que contemple a ação de investigar, que, segundo Ponte, Brocardo e Oliveira [16], é procurar conhecer o que não se sabe, é descobrir relações entre objetos matemáticos conhecidos ou desconhecidos, de maneira a procurar identificar suas propriedades e o processo de criação.

Para investigar, são necessário alguns passos, de acordo com Ponte, Brocardo e Oliveira [16]; Bona [9]; e Mattos [7]: (1) identificar o problema/questão/atividade a resolver, a sua exploração preliminar e a formulação de questões; (2) o processo de formulação de conjecturas/hipóteses; (3) a realização de testes e a reformulação de conjecturas/hipóteses; (4) a argumentação, que significa a demonstração e avaliação do trabalho realizado.

Cabe destacar que o passo da argumentação ocorre coletivamente, quando o estudante ‘compartilha’ os trabalhos com o grande grupo, seja online ou presencial. Essa é uma etapa importante, na qual, além da socialização das conquistas, é fortalecida a necessidade de justificar a veracidade das descobertas.

Para Bona [8][9], imbricado ao conceito de investigar, está a ação coletiva. Essa proposta pedagógica objetiva que os estudantes investiguem sobre um ou mais conceitos de Matemática através de uma discussão de ideias/pensamentos e até de representações dos conceitos que emergem das suas pesquisas. Dessa forma, a ação coletiva dos estudantes está intimamente relacionada com o mundo em que vivem, ou seja, baseado na informação e comunicação muito dinâmicas, decorrente das tecnologias digitais online, como a ação de ‘compartilhar’.

Nesse cenário de investigação, em que os estudantes estão livres para aprender a aprender os conceitos de Matemática, o fazer desempenha um papel fundamental para a compreensão. O estudante ao fazer compreende em ação o suficiente para conquistar o que se propôs realizar, em um certo momento. Quando compreende, na sua consciência, apropria-se de situações semelhantes de maneira a conseguir resolver os problemas que estas situações trazem, tanto em relação aos motivos e porquês, quanto como as relações são constatadas e usadas na ação.

Piaget [15] define os termos fazer e compreender da seguinte forma: “[...] compreender consiste em isolar a razão das coisas, enquanto fazer é somente utilizá-las com sucesso, o que é, certamente, uma condição preliminar da compreensão, mas que esta ultrapassa, visto que atinge um saber que precede a ação e pode abster-se dela” (p.179). Um exemplo pensando na Matemática: um sujeito tem um problema a ser resolvido, ao explorar conjecturas dá-se conta que, para chegar à solução precisa resolver uma equação do primeiro grau. Esta ação de “dar-se conta” é compreender, enquanto a ação de resolver a equação com as suas ferramentas disponíveis – conceitos de Matemática – é fazer.

Os estudos piagetianos [15], segundo Bona [8], sobre as relações entre o fazer e o compreender verificaram que a autonomia e o caráter cognitivo da ação permanecem constantes, antes da tomada de consciência, até mesmo no caso das ações de sucesso não antecipadas, mas que se realizam por etapas e por meio de coordenações com grau de complexidade crescente. Posteriormente, Piaget estudou a inversão progressiva dessa situação, no caso em que a conceituação alcança o nível da ação e termina por ultrapassá-la e por influenciar as ações, de modo a governá-las, planejando-as antes de realizá-las.

O principal objetivo de Piaget [15] em seus estudos sobre as relações entre o fazer e compreender consistiu em determinar as analogias entre o sucesso prático, resultado do saber fazer, e o compreender em pensamento, que é característico da conceituação, de modo que a conceituação aconteça após a ação, ou, de maneira oposta, ocorra antes e a conduza.

O estudo das relações entre a ação prática e a conceituação permitiu a Piaget concluir que a ação é uma forma de conhecimento autônomo, que pode se organizar sem a tomada de consciência dos meios utilizados. Montangero [17] explica, nesse sentido, que a compreensão da ação não acontece ao mesmo tempo em que o sujeito age, pois existe um retardo sobre a ação, ou seja, “a conceituação da ação ocorre através de uma reconstrução, muitas vezes, trabalhosa, no plano do pensamento, do que foi realizado no plano prático” (p.173).

As ações que os estudantes desenvolvem durante a proposta pedagógica da IC podem ser caracterizadas como conhecimentos autônomos que, muitas vezes, necessitam da intervenção do professor (em geral através de questionamentos) para que a tomada de consciência ocorra, através de um processo de reconstrução de ações, até se estabelecer a conceituação do(s) conceito(s) de Matemática em questão. No passo da argumentação coletiva é possível identificar a compreensão do(s) conceito(s) de Matemática explorados pelo estudante que argumenta e/ou pelos seus colegas que cooperam. Explica-se que, segundo Bona [8], a ação de cooperar é uma ação de fazer junto, ou seja, não é apenas uma

divisão de tarefas sem compreensão de cada passo realizado.

Existe uma transição entre o fazer e o compreender, mas nesse processo o fazer não desaparece, pois é reconstruído pela compreensão do que se fez, e/ou pela capacidade operatória. As operações são ações interiorizadas, reversíveis e coordenadas em estruturas gerais, nas quais a ação interiorizada é a ação executada (em pensamento) sobre os objetos simbólicos. Sendo pela representação do seu possível acontecimento e de sua aplicação a objetos reais evocados por imagens mentais, ou pela aplicação direta a sistemas simbólicos. Bona [8] explica e acrescenta que uma operação sempre ocorre em função de um conjunto de operações coordenadas entre si, e não isoladamente.

Desta forma, a IC é uma proposta pedagógica que se insere em um espaço investigativo de sala de aula e que torna possível o Fazer e Compreender dos estudantes quanto à construção dos conceitos de Matemática.

De acordo com a epistemologia genética piagetiana [18], Bona [8] indica que um estudante só compreende os conteúdos da escola se tiver construído estruturas prévias ou formas que funcionem como base para assimilar essas informações. Cabe destacar que a forma é construída por uma apropriação ativa, no nível da representação, o que implica na tomada de consciência dos mecanismos da coordenação das ações, pois o estudante retira do nível da representação, por reflexionamento, algumas características dessa coordenação, constituindo nova forma. A nova forma não destrói a forma anterior, mas a subsume, levando a perdas que podem ser entendidas como características “sucateadas”, no sentido de que não são mais necessárias para o funcionamento do novo patamar de organização, conforme Becker [19].

Nessa discussão, além da teoria Piagetiana, nos apoiamos nas construções de Camargo e Lacerda [20] sobre a intervenção do professor em Projetos de Aprendizagem. As autoras, destacam que a intervenção do professor “tem a função de qualificar o trabalho do aluno e, ao mesmo tempo, possibilitar ao professor compreender como o aluno está construindo seus conhecimentos”. A partir do tipo de pergunta feita pelo professor ao estudante ao longo da orientação ao seu Projeto de Aprendizagem, as autoras apontam quatro grupos de questões: exploratórias, explicativas, de contraposição e de redes conceituais.

De acordo com as autoras [20], as questões exploratórias são as que “permitem ao professor conhecer o que o aluno já sabe sobre o assunto que está pesquisando”; as explicativas são as que “solicitam ao aluno o esclarecimento ou a justificativa de algo ou do funcionamento de alguma coisa”; as questões de contraposição são perguntas que “geram conflitos cognitivos, colocando em dúvida as ideias prévias dos alunos”; e as de redes conceituais são as que “buscam o entendimento de como os alunos estão aprendendo,

visando compreender sua lógica ao pensar de determinada maneira”.

Nesse sentido, considerando a teoria Piagetiana e os quatro tipos de questões, propomos que uma Intervenção do Professor que promova a aprendizagem de matemática seja desenvolvida de acordo com três categorias de Intervenção¹²: **Exploratórias, Desequilibradoras e Informativas.**

As **Intervenções Exploratórias** são as que buscam conhecer as certezas do estudante sobre determinado assunto. Fazendo uso do Método Clínico de Piaget, essas intervenções permitem ao professor acessar o sistema de significações do estudante, a fim de conhecer as suas construções e possibilitar o planejamento de intervenções com foco na promoção da aprendizagem dos conceitos de matemática vislumbrados como possíveis para o estudante. Essas intervenções são desenvolvidas através das questões exploratórias (propriamente ditas), mas também por questões explicativas, de contraposição e de redes conceituais, as quais, nesse caso, assumem um papel complementar às questões exploratórias, como parte do Método Clínico de Piaget.

As **Intervenções Desequilibradoras** são as que pretendem promover um desequilíbrio cognitivo no estudante, de modo a levá-lo a questionar suas certezas e buscar construir “certezas melhores”, a partir de ações de Fazer e Compreender, por meio de Reflexionamentos e Tomadas de Consciência. As questões de contraposição e as explicativas, constituem a essência dessa intervenção, no entanto, propostas de trabalho ou mesmo solicitações de comparações, estabelecimento de relações, entre outros, podem ser intervenções desequilibradoras. Para o seu planejamento e desenvolvimento, é fundamental que sejam considerados os resultados de intervenções exploratórias, de modo a construir intervenções que, de fato, possam gerar um conflito cognitivo que promova a aprendizagem, através da busca de informações, comparação de resultados, reformulação de hipóteses e certezas, entre outros.

As **Intervenções Informativas**, por sua vez, são aquelas em que o professor traz informações necessárias aos estudantes. Em geral são realizadas por solicitação dos estudantes a partir de um desequilíbrio cognitivo durante a pesquisa. Tradicionalmente, essa é a ação característica do professor de Matemática, no entanto é fundamental que não seja uma simples explicação feita pelo professor, ela precisa ser precedida de intervenções exploratórias que permitam ao professor primeiro decidir se realmente é o momento de uma intervenção informativa e, em seguida, fornecer as informações ou explicações

necessárias aos estudantes e possíveis, de acordo com as suas construções cognitivas.

Em consonância com as considerações sobre as relações entre o fazer e o compreender no processo de aprender a aprender Matemática e com as proposições a respeito da Intervenção do Professor, destaca-se a importância da busca por conhecer o estudante, suas construções e possibilidades cognitivas. Para, desse modo, planejar e desenvolver intervenções que orientem e contribuam para a promoção de aprendizagens, considerando que o processo de construção de conhecimento deve ser percorrido pelo estudante, preferencialmente através de investigação e de ações de fazer e compreender.

4. Estudo de Caso

Nesta seção pretende-se discutir algumas das ideias expostas acima através da análise de dados de Projetos de Aprendizagem apresentados na dissertação de Mattos [7].

Nessa investigação, o autor desenvolveu um estudo de caso com uma turma de sexta série do Ensino Fundamental de uma Escola Pública da Rede Municipal de Educação da Cidade de São Leopoldo/RS. A proposta foi desenvolvida no período regular de ensino, constituindo a estratégia pedagógica adotada para a aprendizagem de matemática dos alunos. Ou seja, os alunos desta turma tiveram as suas aprendizagens de matemática construídas a partir do desenvolvimento dos seus Projetos de Aprendizagem.

Para a discussão ora proposta, foram selecionados dados dos Projetos de Aprendizagem “Como surgiu o Universo?” e “Como é a nossa galáxia? Existe vida nela além da nossa?”, nos quais os estudantes (assim como todos os grupos do estudo) utilizaram um editor de HTML para a criação dos websites das suas investigações. As Figuras a seguir são algumas das páginas construídas pelos estudantes, as quais ilustram as suas produções e indicam aprendizagens de Matemática.

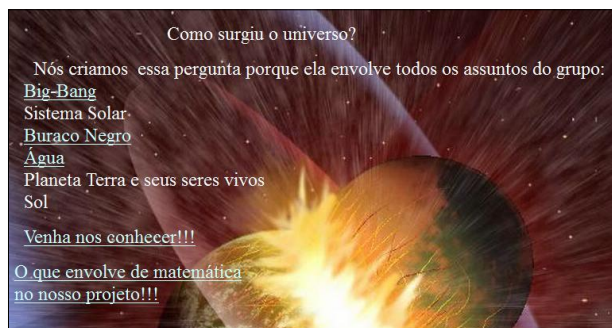


Figura 1: Página inicial do Projeto de Aprendizagem Como surgiu o universo?

¹²As categorias propostas para o estudo das diferentes formas de Intervenção ainda são provisórias, pois constituem um dos focos de investigação da Tese de Doutorado de um dos autores do artigo.

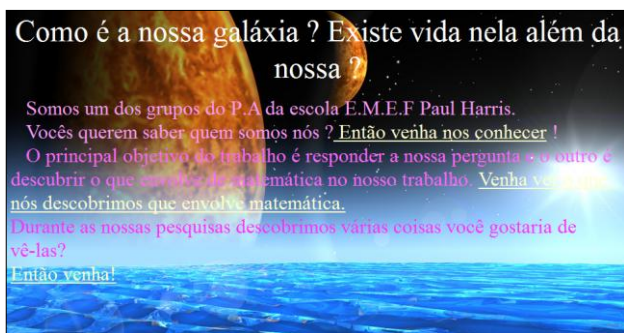


Figura 2: Página inicial do Projeto de Aprendizagem Como é a nossa galáxia? Existe vida nela além da nossa?

Na página 114 dessa dissertação encontram-se as transcrições das argumentações dos estudantes que “achavam” que trabalhar com um dos conceitos do seu Projeto de Aprendizagem seria “muito simples” e, em seguida, na Roda de Projetos, apontaram a necessidade da pesquisa e da redação do que se entendeu, mesmo sendo sobre conceitos de matemática que já foram trabalhados nas aulas de matemática de alguma forma (e com sucesso para aquele grupo de estudantes).

Essa ideia também ocorre quando se inicia uma pesquisa baseada em referências e contextos que se conhece, levando a crer que pode ser simplesmente solucionada. Entretanto, quando a pesquisa é iniciada, o trabalho toma proporções complexas e inovadoras, nem sempre possíveis de uma resolução rápida e ao mesmo tempo completa.

A noção de descoberta é fundamental ao processo de aprendizagem e pode ser vivenciada de maneira muito criativa pelos estudantes, especialmente quando trabalhados por meio da IC, como nesta proposta de Projetos de Aprendizagem investigada por de Mattos [7].

O primeiro elemento a ser analisado é que as justificativas dos estudantes sobre o que os levou a pesquisar a “origem de tudo, neste caso, o universo” (p.110) [7] é interpretado pelo professor-pesquisador como uma curiosidade que proporciona a ação dos mesmos por aprender, ação esta de pesquisa/investigação.

Na sequência, este grupo une esforços com o grupo que pesquisa a Galáxia, destacando o valor dado ao trabalho coletivo e a ação de ‘compartilhar’, típica da geração atual de jovens. Ambos os grupos propuseram uma organização para os registros das suas aprendizagens de Matemática a partir de três elementos: a definição do conceito, a relação que se estabelece com o Projeto de Aprendizagem e outras aplicações possíveis. Como

exemplo, as Figuras 3, 4 e 5 apresentam a construção dos estudantes para explicar os conceitos de volume, densidade e proporção, respectivamente.

Este é um resultado da ação de fazer e compreender, porque primeiro os estudantes organizaram de diferentes formas, separando cada parte (em uma ação de fazer), até terem motivos para se entenderem e organizar desta forma final (evidenciando a ação de compreender).

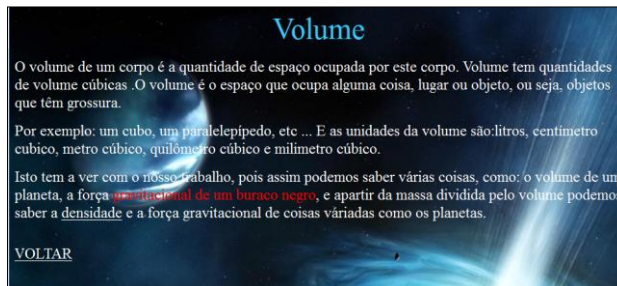


Figura 3: Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de volume

Quando estabelecem esta organização quanto ao estudo de Matemática, estão traçando seu método de trabalho, que é um dos passos fundamentais em um processo de IC. Além disso, esta autonomia é uma evidência que os conhecimentos autônomos dos estudantes são considerados relevantes pelo professor-pesquisador e constituem parte importante do processo de aprendizagem.

A citação direta a seguir é uma mostra da construção e reconstrução dos estudantes sobre o conceito de densidade por suas ações e aplicações em diversos exemplos, para, assim, tomarem consciência e compreenderem a ponto de conseguir escrever o conceito com suas próprias palavras e ampliá-lo (como mostra a Figura 4), contemplando elementos de matemática de forma geral.

(...) os alunos trouxeram a densidade e a relacionaram com os conceitos de massa e volume: "A densidade é calculada pela massa dividida pelo volume. A densidade é uma quantidade da matéria em um espaço". Observamos no trecho grifado que a explicação sobre a densidade superou sua simples definição, como uma divisão entre duas medidas, trazendo uma precisa interpretação do conceito. Outra produção que reafirma essa interpretação e construção conceitual sobre densidade – e nos traz também uma ideia de proporcionalidade – diz que “quanto mais junto fica mais denso”. (p.112-113) [7]

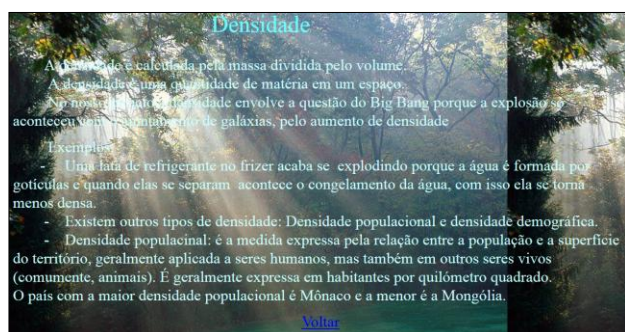


Figura 4: Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de densidade

Outra ideia importante a ser analisada é que os estudantes ao usarem o recurso das tecnologias digitais, primeiro fazem (sem medos e receios), usam a sua criatividade, aplicam o que sabem, pesquisam, e depois, em um processo de fazer e ‘voltar/desfazer’, constroem cada parte até ter a amplitude do todo. Em um segundo momento, quando organizam a escrita sobre o seu Projeto de Aprendizagem, fazem novamente uma reconstrução, mas com uma sequência de reflexões e tomadas de consciência crescentes, que possibilitam o compreender de cada estudante no grupo e individualmente em seu tempo, como exemplificado com conceito da densidade.

Assim, nesse processo cíclico entre fazer e compreender, proporciona-se aos estudantes da Escola Básica um processo de aprendizagem diversificado e ‘desapegado da lista de conteúdos da disciplina’, mas preocupados com a ação dos estudantes que está baseada na sua curiosidade em resolver uma pergunta/problema. Paralelamente, este estudante vivencia um processo de pesquisa, iniciado pela ação de investigar ‘algo incerto’ até se delinear o que se deseja, e assim construir a sua aprendizagem dos conceitos de Matemática.

Este estudo de caso mostra que os estudantes, de maneira natural e lógica, trabalharam com o conceito de proporcionalidade como um conhecimento autônomo, mas, pela sua relevância no Projeto de Aprendizagem, consideram necessário ir além e assim pesquisar para saber seu conceito, como se evidencia nas falas dos estudantes transcritas a seguir e na sua construção ilustrada na Figura 5.

“a gente nem sabe o que é proporção!”

“acho que a gente não precisa colocar o que é...”

“vamos pesquisar o que é...”

“sei o que envolve no projeto, mas não sei o que é!”

“sei que envolve os porcentos da água...”

“vamos pesquisar algumas palavras que também não sei...” (p.114-115) [7].



Figura 5: Página produzida pelos alunos como resultado da pesquisa sobre proporção

O elemento autonomia dos estudantes é uma mola propulsora da proposta de projetos de Iniciação Científica na Educação Básica (entre eles os Projetos de Aprendizagem), e deles resulta o segundo elemento fundamental, que é a ação de responsabilidade e autoria que os estudantes assumem frente seu processo de aprendizagem. Essa diferente atitude frente a sua construção de conhecimento dos conceitos de Matemática (e de todos outros que lhe forem curiosos nesse processo), transformam a Escola Básica, a sala de aula, em um espaço de aprendizagem para os estudantes de hoje, que são dinâmicos, muito criativos e usam como aliadas as tecnologias digitais.

Como resumo das aprendizagens de matemática promovidas a partir dos Projetos de Aprendizagem em debate, as Figuras 6 e 7 indicam um apanhado dos conceitos de matemática que os estudantes destacaram como envolvidos nas suas investigações.

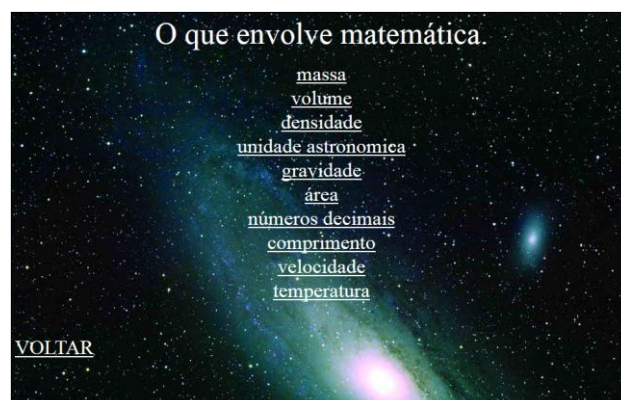


Figura 6: Página produzida pelo grupo do Projeto de Aprendizagem Como é a nossa galáxia? Existe vida nela além da nossa?



Figura 7: Página produzida pelo grupo do Projeto de Aprendizagem Como surgiu o universo?

Por fim, é interessante destacar que Mattos [7] indica que “o trabalho com Projetos de Aprendizagem na escola, como exposto, exige uma flexibilização curricular, à medida que a linearidade dos conteúdos é rompida pelas aprendizagens complexas e em rede – podendo-se, inclusive, fazer uma analogia com um hipertexto –, portanto, uma comparação entre currículos tradicionalmente aceitos e os conceitos tratados em um conjunto de Projetos de Aprendizagem não constitui uma prática necessária. Lembremos que Projetos de Aprendizagem e currículos de matemática tradicionalmente aceitos referem-se a diferentes paradigmas sobre a atividade docente e a aprendizagem de matemática.” (p. 125). Ainda assim, o conjunto das

aprendizagens dos estudantes foi confrontado com um possível currículo de matemática para uma turma de sexta série do ensino fundamental.

Essa proposta de organização curricular foi denominada currículo síntese, tendo origem na composição de diferentes documentos que tradicionalmente influenciam a construção do currículo escolar de matemática de uma determinada turma, série ou ano.

Neste caso, foram consultados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), as orientações da Secretaria Municipal de Educação de São Leopoldo/RS (SMED-SL), alguns planos de estudo de matemática das sextas séries da escola na qual o estudo foi realizado e livros didáticos disponíveis na biblioteca da mesma escola.

Com isso, foi indicado pelo autor [7] (p. 126) que os estudantes superaram as aprendizagens tradicionalmente esperadas, como mostra a Tabela 1.

5. Considerações Finais

Inicialmente, aponta-se que o artigo cumpre seu objetivo de discutir uma relação conceitual entre os Projetos de Aprendizagem e a Iniciação Científica na Educação Básica, no que tange à proposta pedagógica que entende o estudante com sujeito ativo da sua aprendizagem e

Tabela 1 – Currículo síntese para uma sexta série do ensino fundamental X Matemática tratada via Projetos de Aprendizagem nesta investigação

Conceitos e conteúdos de matemática	Currículo Síntese	Projetos de Aprendizagem
Números decimais	X	X
Razão	X	X
Proporção	X	X
Porcentagem	X	X
Gráficos	X	X
Potenciação e Radiciação	X	X
Ângulos	X	X
Moda, Média Aritmética e Mediana		X
Objetos bidimensionais		X
Objetos tridimensionais		X
Comprimento, Área e Volume		X
Medidas		X
Unidades de medida, conversões e equivalências		X
Equações do primeiro grau	X	X
Números Racionais	X	X
Números Inteiros	X	X

como forma de mobilizar o aprender a aprender Matemática devido a valorização da ação do estudante.

Evidencia-se que o Fazer e Compreender é uma possível 'leitura' que o professor deve ter como orientador (e questionador) nessa proposta pedagógica, em que ele é um sujeito que possibilita a construção de um novo espaço de aprendizagem aos estudantes, valendo-se das suas curiosidades e dos recursos que lhe são atrativos, como as tecnologias digitais online. A ação de compartilhar também mostra-se fundamental, como uma forma de argumentação, que deve ser explorada e trabalhada por professor e estudantes individual e, especialmente, coletivamente.

Observa-se que o estudo da intervenção do professor é um dos aspectos centrais para uma ação docente que pretende promover aprendizagens de matemática. Para tanto, é notadamente recomendável que o planejamento e desenvolvimento de intervenções considere o estudante, suas construções possibilidades cognitivas.

Por fim, indica-se a Iniciação Científica na Educação Básica como estratégia pedagógica para aprender a aprender Matemática, como evidenciada pela análise dos Projetos de Aprendizagem. Além disso, observa-se que este método de investigação em sala de aula contribui para que os estudantes se mobilizem cognitivamente a aprender a aprender Matemática.

Referências

- [1] D'AMBROSIO, U. Educação Matemática: da teoria a práxis. Coleção Perspectivas em Educação Matemática. Campinas, SP: Papirus, 1996.
- [2] FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários a prática educativa. 22ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- [3] LINS, R. C. Matemática, monstros, significados e Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V. e BORBA, M. C. (orgs.). Educação Matemática. Pesquisa em Movimento. São Paulo: Cortez, 2004.
- [4] BONA, A.S.D. Portfólio de Matemática: um instrumento de análise do processo de aprendizagem. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. Porto Alegre: UFRGS, 2010.
- [5] BONA, A.S.D.; MORAIS, A.; BASSO, M.V.A.; FAGUNDES, L.C. Cultura Digital e Aprendizagem Cooperativa. In: RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação, v.10, n.1, 2012.
- [6] BONA, A. S. D.; LEAL, L. B. O diálogo e a autonomia na prática investigativa de Matemática. In: XV Fórum de Estudos – Leituras Paulo Freire, Taquara, Rio Grande do Sul, 2013, p.1-8.
- [7] MATTOS, E. B. V. Construção de conceitos de matemática via Projetos de Aprendizagem. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. Porto Alegre: UFRGS, 2010.
- [8] BONA, A. S. D. Espaço de Aprendizagem Digital da Matemática: o aprender a aprender por cooperação. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação. Porto Alegre: UFRGS, 2012.
- [9] BONA, A.S. D. Ações de Investigação na Aula de Matemática. In: XV Encontro Nacional de Educação Matemática, Curitiba, Paraná, 2013, p. 1-15.
- [10] MATTOS, E. B. V. Desenvolvimento de um modelo de intervenção para a construção de conceitos de matemática via projetos de Iniciação Científica. Cadernos do Aplicação (UFRGS). , v.24, p.1 - , 2011.
- [11] MATTOS, E. B. V.; BASSO, M. V. A. Projetos de Aprendizagem: uma alternativa aos desafios educacionais do século XXI In: II Congresso Nacional de Educação Matemática e IX Encontro Regional de Educação Matemática, 2011, Ijuí.
- [12] FAGUNDES, L. C.; SATO, L. S.; MAÇADA, D. L. Aprendizes do Futuro: as inovações começaram! MEC, 1999.
- [13] MORAIS, A. D. Fórmula (-1): Desenvolvendo Objetos Digitais de Aprendizagem e Estratégias para a Aprendizagem das Operações com Números Positivos e Negativos. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. Porto Alegre: UFRGS, 2010.
- [14] BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação e Cultura. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Fundamental e Médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 4v., 1998.
- [15] PIAGET, J. Fazer e Compreender. São Paulo: Melhoramentos: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1978.
- [16] PONTE, J. P.; BROCARD, J. OLIVERIA, H. Investigações matemáticas na sala de aula. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.
- [17] MONTANGERO MONTANGERO, J. Piaget ou a Inteligência em Evolução. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- [18] PIAGET, J. Abstração Reflexionante: relações lógico - aritméticas e ordem das relações espaciais. Porto Alegre: Artmed, 1977.
- [19] BECKER, F. Educação e construção do conhecimento. Porto Alegre: Artmed, 2001.

[20] CAMARGO, F. B.; LACERDA, R. P. A Intervenção do Professor nos Projetos de Aprendizagem: o quê, para quê e como perguntar. Disponível em <<http://www.educacaoetecnologia.org.br/?p=477>>. Acesso em 18 ago 2014.

Dirección de Contacto del Autores:

Eduardo Britto Velho de Mattos

Av. Bento Gonçalves, 9500
Colégio de Aplicação
Porto Alegre/RS
Brasil
e-mail: eduardo.britto@ufrgs.br

Aline Silva De Bona

Av. Santos Dumont, 2127
IFRS/Câmpus Osório
Osório/RS
Brasil
e-mail: aline.bona@osorio.ifrs.edu.br

Marcus Vinícius de Azevedo Basso

Av. Bento Gonçalves, 9500
Instituto de Matemática
Porto Alegre/RS
Brasil
e-mail: mbasso@ufrgs.br

Léa da Cruz Fagundes

Rua Ramiro Barcelos, 2600
Laboratório de Estudos Cognitivos
Porto Alegre/RS
Brasil
e-mail: leafagun@ufrgs.br

Eduardo Britto Velho de Mattos Professor de Matemática do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Doutorando em Informática na Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE/UFRGS).

Aline Silva De Bona Professora de Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS). Doutora em Informática na Educação pelo PPGIE/UFRGS. Pós-Doutora pela Universidade de São Paulo (USP).

Marcus Vinícius de Azevedo Basso Professor de Matemática do Instituto de Matemática e dos Programas de Pós-Graduação em Ensino de Matemática e em Informática na Educação/UFRGS. Doutor em Informática na Educação pelo PPGIE/UFRGS.

Léa da Cruz Fagundes Professora Emérita da UFRGS, docente do PPGIE. Doutora em Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano (USP). Coordenadora do Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC/UFRGS). Assessora do Ministério de Educação/Brasil.
