Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Aprendizagem baseada em projetos e difusão de inovações: um estudo com alunos do ensino médio

Project-based learning and diffusion of innovations: a study with high school students

Aprendizaje basado en proyectos y difusión de innovaciones: un estudio con estudiantes de secundaria

Cassio Cristiano Giordano
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
São Paulo, Brasil
ccgiordano@gmail.com
Orcid: 0000-0002-2017-1195

Douglas Borreio Maciel dos Santos
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
São Paulo, Brasil
douglas.borreio@gmail.com
Orcid: 0000-0001-8820-120X

Eliana Calixto Santos
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
São Paulo, Brasil
elianacalixto@icloud.com
Orcid: 0000-0003-0912-0108

Jailma Ferreira Guimarães
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
São Paulo, Brasil
jailmaibicarai@hotmail.com
Orcid: 0000-0001-9404-284X

Enviado:27/12/2019
Aceito:09/05/2020
DOI: 10.30612/tangram.v3i3.7304

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Resumo: Apresentamos, aqui, os resultados de uma pesquisa qualitativa envolvendo 104 alunos do Ensino Médio de uma escola pública brasileira, sobre aprendizagem baseada em projetos (ABP) no contexto de aulas compartilhadas de Matemática e Língua Portuguesa, tendo a Difusão de Inovações como marco teórico. Analisamos as contribuições a metodologia de ensino ABP em práticas docentes interdisciplinares sobre os temas curriculares funções trigonométricas e o movimento literário Romantismo, com ênfase na utilização de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), particularmente o *app* para *smartphones* GeoGebra. A música foi o principal elemento mediador entre os conteúdos disciplinares de Matemática e Língua Portuguesa. Esse projeto envolveu clips musicais, documentários, poemas e, sobretudo, a exploração dos recursos algébricos e geométricos do GeoGebra. Além do desenvolvimento de aspectos cognitivos, avaliados tanto processualmente quanto nas apresentações finais dos trabalhos, por meio de um painel, observamos, mudanças atitudinais, como mobilização do interesse e engajamento dos alunos nas atividades propostas.

Palavras-chave: Difusão de Inovações. Aprendizagem Baseada em Projetos. TDIC.

Abstract: Here, we present the results of a qualitative research involving 104 high school students from a Brazilian public school, about project-based learning (PBL) in the context of multidisciplinary classes (Mathematics and Portuguese), with the Diffusion of Innovations as a theoretical framework. We analyze the contributions to the teaching methodology ABP in interdisciplinary teaching practices on the curricular themes trigonometric functions and the literary movement Romanticism, with emphasis on the use of Digital Information and Communication Technologies (DICT), particularly the GeoGebra smartphone app. Music was the main mediating element between the disciplinary contents of Mathematics and Portuguese Language. This project involved music videos, documentaries, poems and, above all, the exploration of the algebraic and geometric resources of GeoGebra. In addition to the development of cognitive aspects, evaluated both procedurally and in the final presentations of the works, through a panel, we observe attitudinal changes, such as mobilizing interest and engaging students in the proposed activities.

Keywords: Diffusion of Innovations. Project-Based Learning (PBL). Digital Information and Communication Technologies.

Resumen: A continuación, presentamos los resultados de una investigación cualitativa que involucró a 104 estudiantes de secundaria de una escuela pública brasileña, sobre el aprendizaje basado en proyectos (ABP) en el contexto de las clases compartidas de matemáticas y lengua portuguesa, con la Difusión de Innovaciones como marco teórico. Analizamos los aportes a la metodología de enseñanza ABP en las prácticas docentes interdisciplinares sobre los temas curriculares de las funciones trigonométricas y el movimiento literario Romanticismo, con énfasis en el uso de las Tecnologías Digitales de Información y Comunicación (TDIC), en particular el *app* para *smartphone*s GeoGebra. La música fue el principal elemento mediador entre los contenidos

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

disciplinares de las matemáticas y la lengua portuguesa. Este proyecto involucró videos musicales, documentales, poemas y, sobre todo, la exploración de los recursos algebraicos y geométricos de GeoGebra. Además del desarrollo de aspectos cognitivos, evaluados tanto procedimentalmente como en las presentaciones finales de los trabajos, a través de un panel, se observan cambios actitudinales, como movilizar el interés e participación activa de los estudiantes en las actividades propuestas.

Palabras clave: Difusión de innovaciones. Aprendizaje Basado en Proyectos. TDIC.

Introdução

Apresentamos, aqui, os resultados de uma pesquisa qualitativa sobre aprendizagem baseada em projetos (ABP), em um modelo de sala de aula compartilhada entre os professores das disciplinas Matemática e Língua Portuguesa de uma escola pública paulista. O foco deste trabalho investigativo recaiu sobre o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), mais especificamente sobre o *app* para *smartphone* GeoGebra. Os sujeitos de pesquisa foram alunos do Ensino Médio e os conteúdos curriculares explorados tratavam prioritariamente de Literatura e Trigonometria, utilizando as artes como fio condutor, sobretudo a música e a poesia

Destarte o uso de *smartphones* por adolescentes em sala de aula, com objetivos didático-pedagógicos, não seja uma novidade, quando o projeto foi desenvolvido (quatro anos atrás) representou uma inovação para eles, pois tal uso era proibido de acordo com a legislação estadual paulista. Nosso principal objetivo foi o reconhecimento e caracterização de contribuições da ABP para a exploração contextualizada dos temas curriculares funções trigonométricas e a movimento literário do Romantismo, mediados tecnologicamente pelo *app* GeoGebra.

O GeoGebra foi desenvolvido originalmente como um *software* gratuito de álgebra e geometria dinâmica pelo austríaco Markus Hohenwater, em 2001, para fins didáticos e lúdicos, integrando recursos gráficos, numéricos e simbólicos. Posteriormente, foi adaptado

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

para *tablets* e *smartphones*. Por ser um programa leve, que ocupa pouco espaço na memória (além de oferecer o uso online, dispensando a instalação), ágil, de uso intuitivo graças à sua interface gráfica, que permite construção e exploração visual de objetos matemáticos através relativamente simples, foi rapidamente absorvido nas redes de ensino da Educação Básica e até mesmo nas universidades.

Os sujeitos de nossa pesquisa exploraram o GeoGebra, sobretudo, na representação algébrica e geométrica de funções trigonométricas. Rezende, Pesco e Bortolossi (2012) apontam como vantagens no estudo de funções:

> No GeoGebra, pontos podem ser criados sobre gráficos de funções de modo que, ao movê-los, eles continuem sempre sobre o gráfico da função. Os valores das coordenadas desses pontos podem ser então recuperados e usados em cálculos ou na criação de outros elementos geométricos (pontos, segmentos e retas). Esse tipo de recurso permite ao usuário estudar (graficamente, algebricamente e numericamente) como, por exemplo, características locais da função (taxas de variação média e instantânea) mudam de acordo com a posição do ponto sobre o gráfico da função. No GeoGebra, funções podem ser definidas em termos de parâmetros. Estes, por sua vez, podem ser alterados dinamicamente através de controles deslizantes (*sliders)*. Esse tipo de recurso permite ao usuário visualizar e perceber como, por exemplo, características variacionais da função (crescimento, concavidade e extremos) mudam de acordo com esses parâmetros (Rezende et. al, 2012, p.78).

Por meio dos recursos oferecidos pelo GeoGebra os alunos puderam checar as construções elaboradas no ambiente lápis papel. Utilizando seus *smartphones* em sala de aula, investigaram possíveis aplicações de funções trigonométricas em seu cotidiano, encontrando o exemplo das transformadas de Fourier.

Explorando as ferramentas do GeoGebra, manipulando parâmetros por meio de controles deslizantes, produziram imagens de valor estético, apresentando-as, no formato de um painel (Severino, 2007), para um público constituído por colegas de outras turmas, por docentes e gestores escolares, destacando a matemática por trás das suas figuras artísticas, sobretudo as funções trigonométricas. Dada a natureza das nossas investigações, assumimos como marco teórico a Difusão das Inovações, de Everett M. Rogers (2003).

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Metodologia e procedimentos metodológicos

Trata-se uma pesquisa qualitativa, na concepção de Creswell (2010). Os sujeitos de pesquisa foram 104 alunos de três turmas do segundo ano do Ensino Médio de uma escola estadual paulista, com idades de 16 a 18 anos, trabalhando em grupos cooperativos com até seis alunos cada.

Analisamos todas as etapas do desenvolvimento de seus projetos cooperativos, desde a escolha de músicas e de poesias representativas do movimento artístico estudado nas aulas de língua portuguesa até a elaboração de representações gráficas artísticas, construídas por meio do uso de funções trigonométricas em aplicativo para *smartphones*, passando pela etapa de revisão da literatura sobre a história do desenvolvimento da trigonometria, destacando a decomposição de funções periódicas em séries trigonométricas convergentes, conhecidas como séries de Fourier, bem como algumas aplicações dessas ideias em nosso cotidiano, como a digitalização da música.

Buscamos identificar as possíveis contribuições de uma abordagem por meio de projetos dos temas curriculares funções trigonométricas, em Matemática e estética literária do Romantismo, em Língua Portuguesa, por meio da implementação e difusão do uso do aplicativo GeoGebra.

Essa pesquisa foi desenvolvida nos primeiros bimestres do ano letivo de 2016, seguindo as orientações presentes na proposta curricular da rede estadual paulista (São Paulo, 2012). A professora da disciplina Língua Portuguesa estudava potenciais propostas de novas estratégias para abordagem do movimento cultural do Romantismo, com ênfase na música e literatura.

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

O professor de Matemática, por sua vez, buscava novas propostas metodológicas para diversificar as suas aulas de Trigonometria, uma vez que sua experiência anterior com as atividades presentes no material didático adotado em sua unidade escolar, a saber, o livro didático e o Caderno do Aluno de Matemática (São Paulo, 2014), não foi bem sucedida. Assim como a professora de língua portuguesa, ele procurava uma abordagem mais motivadora para os seus alunos.

Apostando na impregnação mútua dessas duas áreas do conhecimento, nas concepções de Machado (2004) e Fux (2013), baseados em experiências anteriores com sala de aula compartilhada na perspectiva da ABP nesta mesma unidade escolar e contando com o apoio da equipe de gestão escolar, os professores de Língua Portuguesa e de Matemática resolveram desenvolver um novo trabalho.

Primeiramente, consultaram os seus alunos, apresentando um esboço inicial de seu projeto. A partir do interesse manifesto deles, desenvolveram um estudo comparativo entre elementos da música clássica e do *heavy metal*, analisando tanto letra e a harmonia, quanto o contexto histórico cultural onde esses dois estilos tão distintos floresceram.

Nesse projeto, eles receberam apoio e colaboração dos professores de Língua Inglesa, de Biologia e de Artes. Buscaram elementos culturais na História, nas Artes, na Biologia, na Filosofia e na Sociologia e, evidentemente, da Língua Portuguesa e da Matemática, como sugere Fazenda (2008, p.25) num contínuo "... navegar entre dois polos – da pesquisa de sínteses conceituais dinâmicas e audazes à construção de formas de intervenção diferenciadas".

Encontraram farto material publicado sobre a música e a literatura da estética do Romantismo e, apesar com escasso material acadêmico relativo ao *heavy metal*, tentaram respeitar a historicidade das raízes de tal estilo, destacando a forte influência do ultrarromantismo sobre ele, como sugere Christe (2010).

Os quadros comparativos 1 e 2, a seguir, apresentam alguns elementos comuns aos estilos da música erudita/clássica e do *heavy metal*.

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Quadro 1 – Elementos comuns na intertextualidade entre Literatura e Música

Intertextualidade: exemplo de exploração

Tema do Romantismo	Poema	Música Erudita	*Heavy Metal*
Morbidez	"Noturno" **Fagundes Varella**	"Danse macabre" **Camille Saint Seaëns**	"Dance of death" **Iron Maiden**
Nacionalismo	"Canção do Exílio" **Gonçalves Dias**	"Polonaise" **Frérédric Chopin**	"Exiled" **Judas Priest**
Infância	"Meus oito anos" **Casimiro de Abreu**	"Träumerei" **Robert Schumann**	"Forever" **Stratovarius**
Paixão	"Luar de verão" **Álvares de Azevedo**	"Sonata ao Luar" **Ludwig van Beethoven**	"Parisiense Moonlight" **Anathema**

Fonte: os autores.

Quadro 2 – Elementos da estética literária do Romantismo e o sub-estilo musical análogo no Hard Rock/Heavy Metal

Língua Portuguesa & Música

Estética Literária do Romantismo	Hard Rock & Heavy Metal
• Liberdade de criação (I)	• Symphonic Metal (I)
• Liberdade de expressão (II)	• Progressive Metal (II)
• Nacionalismo (III)	• Viking & Celtic Metal (III)
• Historicismo (IV)	• Folk Metal (IV)
• Medievalismo (V)	• Medieval Metal (V)
• Tradições populares (VI)	• Pagan Metal(VI)
• Egocentrismo (VII)	• Grunge (VII)
• Pessimismo (VIII)	• Doom Metal (VIII)
• Escapismo (IX)	• Power Metal (IX)
• Crítica social (X)	• Punk (X)
• Ultrarromantismo (XI)	• Death Metal (XI)

Fonte: Os autores.

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

No campo da Matemática, buscaram um contexto para a aplicação de funções trigonométricas, como as curvas senoidais. Assim, apresentaram nas aulas compartilhadas as contribuições das séries de Fourier, com aplicações nas artes e nas tecnologias do século XXI, em especial, na música.

No campo das TDIC, como suporte para alcançar seus objetivos, utilizaram o *app* gratuito para *smartphones* GeoGebra. Essa foi a alternativa encontrada, pois não podiam contar com os recursos de uma sala de informática funcional. Além disso, tal alternativa também representava maio mobilidade para os alunos e custo zero para a escola. Contando com o apoio da equipe gestora da unidade escolar, orientaram os alunos seus a baixar tal aplicativo em seus *smartphones*.

Abar (2014) recomenda, para fins educacionais, o *software*/aplicativo livre e gratuito GeoGebra:

> [...] por seu manuseio simples e dinâmico que dá aos alunos a possibilidade de explorar, visualizar, elaborar conjecturas, analisar, verificar ideias, redescobrir e construir novos conhecimentos sem limites para a sua curiosidade e criatividade. [...] o programa GeoGebra tem sido aceito e difundido rapidamente, por sua facilidade de uso e variedade de ferramentas, que permitem manipular construções geométricas, expressões numéricas, algébricas ou tabulares, descobrir relações e propriedades matemáticas, o que gera motivação para investigar e aprofundar aplicações. (Abar, 2014, p. 5-6).

Em uma breve revisão da literatura, encontramos investigações semelhantes em nossa área, realizadas por pesquisadores como Bulegon e Trevisan (2016), abordando a Física (acústica) e a Matemática (funções trigonométricas). Formando grupos de até seis integrantes, os alunos investigaram história e aplicações cotidianas das séries de Fourier, como a digitalização e compactação das músicas baixadas para *smartphones*, *tablets* e computadores.

Esse alunos tentaram responder às perguntas apresentadas por seus professores, como: “Quem foi Jean-Baptiste Joseph Fourier?”; “O que são séries de Fourier?”; “O que é uma transformada de Fourier?”; “Quais as aplicações artísticas da transformada de

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Fourier?"; "Qual o papel da transformada de Fourier na digitalização da música?"; "Qual o papel da transformada de Fourier na geração de imagens artísticas criativas?"; "Que imagens podemos criar utilizando o GeoGebra?".

A seguir, eles exploraram aplicações artísticas visuais das transformadas de Fourier, como algumas expostas na página *Fourier Art*, na *internet*.



Figura 1 – Representações artísticas geradas por combinações de funções trigonométricas
Fonte: http://www.fourierart.com/gallery.html

Sempre contando com a supervisão dos professores de Matemática e Língua Portuguesa, os alunos divulgaram os resultados de suas pesquisas no formato de um painel, na perspectiva de Severino (2007).

Os pôsteres expostos traziam sempre: uma letra de música do estilo *heavy metal*, com a sua respectiva a tradução para a língua portuguesa, comparando-a com uma poesia em prosa ou verso, considerada como representativa da estética literária do Romantismo e/ou com música clássica típica do movimento do Romantismo; análise intertextual, comparando ambos; aplicações das séries de Fourier no dia a dia dos alunos; representações gráficas de caráter artístico, criadas a partir do *app* GeoGebra*;* apresentação comentada da função geradora da referida figura.

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Durante as apresentações dos alunos, no anfiteatro da escola, um projetor apresentava vídeos alternando músicas clássicas e *heavy metal* representativas da estética literária do Romantismo. Enquanto isso, colegas de outras turmas dessa escola, professores e membros da equipe de gestão escolar, interagiam com os alunos, com perguntas e comentários sobre as pesquisas ali expostas, avaliando os trabalhos.

No encerramento das apresentações, a professora de Artes organizou uma apresentação de dança, com alunos caracterizados com roupas representativas tanto do estilo *heavy metal*, quanto do período do movimento do Romantismo (séculos XVIII e XIX).

Essa oportunidade para abordar temas tão diversos, complementares ao currículo oficial da Secretaria Estadual de Educação de São Paulo (SEDUC-SP), se deu graças às características típicas da ABP, com destaque aos trabalhos investigativos de natureza interdisciplinar, como é discutido na pesquisa de Giordano (2016).

Interdisciplinaridade e a aprendizagem baseada em projetos

O termo interdisciplinaridade possui muitas definições. Dada a sua ampla utilização no âmbito escolar e sua natureza polissêmica, qualquer definição adotada refletirá uma certa perspectiva de educação.

Fazenda (2008), assevera que:

> A pesquisa interdisciplinar somente torna-se possível onde várias disciplinas se reúnem a partir de um mesmo objeto, porém é necessário criar uma situação problema no sentido de Freire (1974), onde a ideia nasça da consciência comum, da fé dos investigadores no reconhecimento da complexidade do mesmo e na disponibilidade destes em redefinir o projeto a cada dúvida ou a cada resposta encontrada. Nesse caso, convergir não no sentido de uma resposta final, mas para a pesquisa do sentido da pergunta inicialmente enunciada (Fazenda, 2008, p. 27).

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Tal perspectiva de pesquisa interdisciplinar contempla as propostas apresentadas no PCN para o Ensino Médio - PCNEM (Brasil, 2000), a respeito da organização de um núcleo comum de temas matemáticos a serem abordados em uma turma de Ensino Médio:

> O critério central é o da contextualização e da interdisciplinaridade, ou seja, é o potencial de um tema permitir conexões entre diversos conceitos matemáticos e entre diferentes formas de pensamento matemático, ou, ainda, a relevância cultural do tema, tanto no que diz respeito às suas aplicações dentro ou fora da Matemática, como à sua importância histórica no desenvolvimento da própria ciência (Brasil, 2000, p. 43).

A interdisciplinaridade era amplamente discutida nas escolas, defendida nos PCN (Brasil, 2000) e, atualmente, também o é na Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018). Destarte, na prática docente, eles geralmente se limitavam à soma de iniciativas individuais isoladas, muitas vezes a um cumprimento burocrático de tarefas. Após definir um tema gerador, a responsabilidade sobre cada parte do projeto é atribuída e, então, cada qual passa a desenvolver atividades desconectadas com o grupo, mais preocupado com o produto final do trabalho do que com o processo de construção de saberes. Esse trabalho não foi realizado nessa perspectiva, mas sim na de Tomaz e David (2012), segundo a qual a abordagem interdisciplinar dos conteúdos de ensino:

> [...] ajudaria a construir novos instrumentos cognitivos e novos significados, extraindo da interdisciplinaridade um conteúdo constituído do cruzamento de saberes que traduziria os diálogos, as divergências e confluências e as fronteiras das diferentes disciplinas. Supõe-se que construiríamos, assim, novos saberes escolares, pela interação entre as disciplinas (Tomaz & David, 2012, p. 17).

Ao encontro de uma abordagem interdisciplinar contextualizada, Porciúncula e Samá (2015) expõem que:

> Segundo Hernández (1998), projeto não é uma metodologia, mas uma forma de refletir sobre a escola e sua função. [...] Em Fagundes, Sato e Laurindo-Maçada (1999) encontramos a proposta pedagógica de Projetos

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

> de Aprendizagem, a qual busca o engajamento dos estudantes a partir do que estes já sabem e de seus interesses. [...] Projetos de Aprendizagem podem ser uma estratégia pedagógica para o Letramento Estatístico (Porciúncula & Samá, 2015, p. 134-135).

Dessa forma, os professores de Matemática e Língua Portuguesa da escola alvo de nossa investigação desenvolveram ações em uma abordagem por meio de projetos para, no campo da interdisciplinaridade, respeitando as orientações presentes na proposta curricular paulista, segundo a qual:

> A Matemática compõe com a Língua Materna um par fundamental, mas de caráter complementar: é impossível reduzir um dos sistemas simbólicos ao outro. Se uma língua se aproximar demasiadamente do modo de operar da Matemática, resultará empobrecida, e o mesmo poderia ocorrer com um texto matemático que assumisse a ambivalência, apropriada apenas à expressão linguística. A multiplicidade de sentidos em um mesmo elemento simbólico ou combinação de elementos é própria da língua natural e é intencionalmente controlada na expressão matemática (São Paulo, 2010, p.33).

Tal proposta reconhece a importância para o ensino e aprendizagem matemática de práticas de ensino complementares entre as disciplinas de Matemática e de Língua Portuguesa, com também defende Machado (1993):

> Entre a Matemática e a Língua Materna existe uma relação de impregnação mútua. Ao considerar-se esses dois temas enquanto componentes curriculares, tal impregnação se revela através de um paralelismo nas funções que desemprenham, uma complementaridade nas metas que perseguem, uma imbricação nas questões básicas relativas ao ensino de ambas. É necessário reconhecer a essencialidade dessa impregnação e tê-la como fundamento para a proposição de ações que visem a superação das dificuldades com o ensino de Matemática (Machado, 1993, p.10).

Fux (2010, p.12) endossa essas ideias, salientando a importância da Matemática no estudo da Língua Portuguesa, sobretudo da Literatura, ao afirmar que que "Unir matemática e literatura pode ser uma forma de utilizar a ciência como uma nova lógica, um novo conceito, uma nova sustentação e potencialidade da literatura [...]". Esse autor acrescenta que:

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

> A negação da escrita automática e a visão do escritor como um trabalhador de palavras, acompanhadas da utilização consciente da matemática, não almejam tanto responder aos problemas que a matemática e a literatura colocam, mas sim levantar outras questões, sejam estruturais, sejam ficcionais (Fux, 2013, p. 246).

Difusão de Inovações

Assumimos o marco teórico da Teoria da Difusão das Inovações, de Rogers (2003). Difusão é um processo segundo o qual uma inovação é transmitida através de determinados canais de comunicação, ao longo de um dado período, por membros de um sistema social. É um tipo especial de comunicação no qual as mensagens se referem à novas ideias. Comunicação, por sua vez, consiste em um processo no qual cada participante cria e compartilha informações com um outro, de forma a compartilhar uma determinada compreensão.

Para alguns investigadores, o termo difusão se limita a processos espontâneos, não programados, de difusão de novas ideias. Rogers (2003) utiliza a difusão para ambos os casos (planejado e espontâneo). Ele sequer considera que suas ideias constituam uma teoria. Todavia, centenas de pesquisadores que embasaram seus estudos na Difusão de Inovações discordam. A obra de Rogers está entre as dez mais citadas em todo o mundo, em pesquisas acadêmicas, consolidando-a como um referencial teórico respeitável, como observam Giacomini Filho, Goulart e Caprino (2008):

> Conquanto muitos autores apresentem os estudos de Rogers como "Teoria" da Difusão de Inovações (Lee e Schumman, 2002, Surry, 1997, Frank et al, 2004) o próprio autor não tem denominado seus estudos como "teoria" [...] Difusão é o processo pelo qual uma inovação é comunicada por certos canais dentre os membros de um sistema social. [...] Aliás, Rogers, ao atribuir tal conceito de "difusão" torna o termo equivalente à comunicação (Giacomini Filho et al, 2008, p. 42).

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Rogers (2003) elenca os principais elementos que caracterizam a Difusão de Inovações:

I – Inovação: uma ideia, prática ou objeto percebido como novo por um indivíduo ou grupo.
II – Canais de Comunicação: meios pelos quais uma mensagem é transmitida de um indivíduo a outro.
III – Tempo: necessário para produzir uma inovação, para transmiti-la e para que ela seja aceita.
IV – Sistema Social: Conjunto de unidades inter-relacionadas envolvidas na resolução conjunta de problemas, buscando alcançar um objetivo comum;
V – Agente de Mudança: Pessoa externa ao sistema, com conhecimentos sobre a inovação, com papel de transmitir esse conhecimento aos demais.

De acordo com Faria e Abar (2011) as características essenciais de uma a inovação são:

> [...] vantagem relativa (conveniência, satisfação, prestígio social), ou seja é "o grau pelo qual uma inovação é percebida como sendo melhor do que a idéia que a precede" (Rogers, 2003, p. 15). Quanto maior a vantagem relativa é percebida, mas rápida ela será adotada; compatibilidade: é o nível de percepção consistente com os valores pessoais, as experiências passadas e as necessidades dos adotantes em potencial; complexidade: é o grau de percepção de dificuldade para entender e usar a inovação; experimentação: nível de testagem de uma inovação, o que determinará a intensidade do grau incerteza para o indivíduo que está considerando a possibilidade de adoção da inovação; observabilidade: a facilidade de se observar os resultados da inovação (Faria & Abar, 2011, p.3).

Abar (2015) associa as inovações à abordagem à ABP:

> Pesquisas, como a de Motejunas (1980), Cardoso (1997) Fullan e Hargreaves (2000), Hernandez et al (2000), Farias (2006) e Fullan (2009), entre outras, fazem referências a mudanças que acontecem na escola por meio da reestruturação curricular, pela inserção de novos métodos de ensino ou pela implementação de projetos (Abar, 2016, p.725).

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Complementando tais ideias, Faria (2012) assevera que:

> Muitas dessas iniciativas de inovação têm origem em instituições governamentais ou particulares, outras são formuladas pela escola e, ainda, existem aquelas que emergem dos anseios dos próprios professores. A inserção da informática na escola ou a adoção de novos métodos de ensino são situações que promovem discussões acerca da entrada e da permanência da inovação no meio educacional (Faria, 2012, p. 14).

Ela acrescenta que a imposição de decisões está associada a um baixo grau de adesão da comunidade escolar, sobretudo dos professores. Na escola alvo de nossas investigações, a opção pela adoção da ABP, sobretudo nas disciplinas de Matemática e Língua Portuguesa, emergiu do reconhecimento da necessidade de aproximação entre as duas disciplinas mediante o reconhecimento das dificuldades dos alunos do Ensino Médio, em especial no que se refere às suas habilidades de letramento e se fortaleceu com a anuência dos alunos, quando consultados sobre essa proposta.

A escolha pela abordagem por meio de projetos não é nada inovadora, de um modo geral, mas como Rogers (2003) observa, a inovação não precisa ser uma ideia universalmente nova. Ela pode ser inovadora pata um certo indivíduo ou unidade adotante da inovação. Quanto a isso, Giacomini Filho et. al afirmam:

> Uma inovação é uma ideia, prática ou objeto que é percebido como novo [...]. Uma contribuição substantiva de Rogers se refere ao conceito de "reinvenção", que seria o grau que uma inovação é mudada ou modificada por um usuário no processo de adoção e implementação (Giacomini Filho et. al, 2008, p.43-44).

Apesar de todos os resultados já obtidos pelas investigações que se fundamentam em Difusão de Inovações, Rogers (2003) afirma que, a despeito das suas significativas contribuições às técnicas de pesquisa, aos conceitos, metodologias, à formulação de hipóteses, a Difusão de Inovações também se tornou um campo de pesquisa tradicional.

As quatro maiores críticas a ela direcionadas são:

I – O viés pró-inovação: a crença de que uma inovação pode ser difundida e assimilada rapidamente por todos os membros de um sistema social.

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

II – O viés da culpa individual: atribuir a um indivíduo a responsabilidade pelos problemas de um dado sistema social.

III – O problema da recordação: imprecisões quando os respondentes precisam informar em que momento cada um adotou uma nova ideia.

IV – A questão da igualdade: lacunas socioeconômicas entre membros de um sistema social muitas vezes se alargam como resultado da propagação de novas ideias.

Rogers (2003) propõe uma classificação dos membros de um sistema social em categorias de adotantes, conforme o grau de inovatividade de cada um. A adoção de categorias é um processo de tomada de decisão individual em um sistema social. Ele identifica cinco categorias distintas, que são:

I – Inovadores: normalmente os primeiros a adotar inovações (representam 2,5% do total de unidades do sistema).

II – Adotantes iniciais: mais integrados ao sistema social, em geral são respeitáveis e integram o grupo de formadores de opinião (representam 13,5% do total).

III – Maioria inicial: se caracterizam pela ponderação. Os que decidem pela adoção somente quando os resultados estão bem comprovados e os riscos são toleráveis (34% do total).

IV – Maioria tardia: os integrantes desse segmento adotam a inovação depois que a maioria do sistema já o fez - são os conservadores (34% do total).

V – Retardatários: são os últimos a adotar a inovação, em geral resistentes às mudanças, e provavelmente adotam a inovação somente quando não têm outra escolha (16% do total), como podemos ver na figura 2:

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

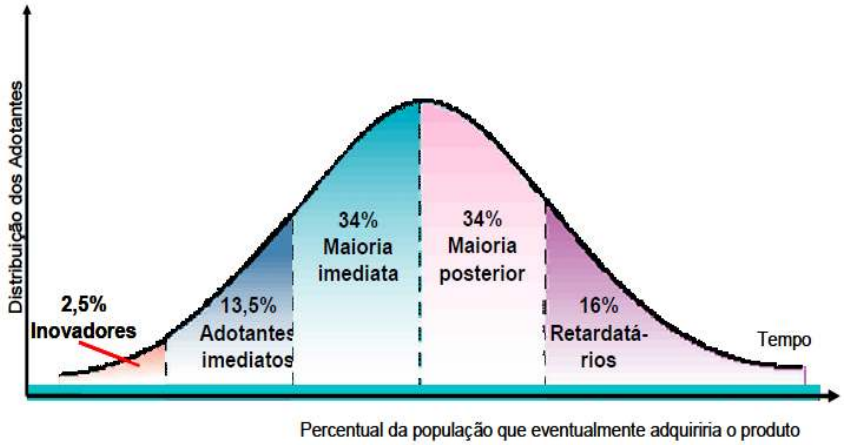

Figura 2 – Sequência e proporção das categorias de adotantes entre a população que eventualmente adotaria a ideia
Fonte: Rogers, 2003, p. 281

A curva de difusão nos mostra a evolução do processo de adoção de inovações:

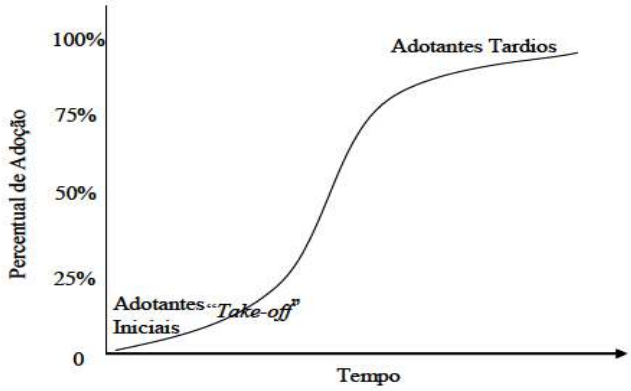

Figura 3 – Curva de difusão
Fonte: Rogers, 2003, p. 344

Sobre as características das categorias de adoção, Rogers (2003) ressalta as categorias socioeconômicas, variáveis de personalidade, comunicação e comportamento.

Nesse processo, os líderes responsáveis pela implementação das inovações assumem um papel de destaque. A liderança de opinião é considerada como um estágio no qual um

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

indivíduo é capaz, de forma não oficial, de influenciar a atitude e o comportamento de outros indivíduos com relativa frequência.

Para uma melhor compreensão desse processo devemos levar em conta o fator hemofilia *versus* heterofilia. Evidencia-se, neste caso, a comunicação pela característica da homofilia, aquele nível no qual os indivíduos interagem como semelhantes em determinados atributos, tais como crenças, educação ou situação socioeconômica.

Difusão de Inovações e consequências

Como resultados das mudanças que afetam um indivíduo ou um sistema social na adoção ou rejeição de uma inovação, identificamos as consequências:

I – Desejáveis – são os efeitos funcionais de uma inovação.
II – Indesejáveis – são os efeitos disfuncionais de uma inovação;
III – Diretas – são as consequências que ocorrem em resposta imediata à adoção de uma inovação.
IV – Indiretas – são as mudanças que ocorrem como resultado da adoção direta de consequências de uma inovação.

Resultados e discussão

A ABP oferece oportunidades para o desenvolvimento de diversas habilidades de letramento. Soares (2003) ressalta que o:

> [...] letramento é também um contínuo, mas um contínuo não linear, multidimensional, ilimitado, englobando múltiplas práticas, com múltiplas funções, com múltiplos objetivos, condicionados por e dependentes de múltiplas situações e múltiplos contextos, em que consequentemente são múltiplas e muito variadas as habilidades, conhecimentos, atitudes de leitura e de escrita [...] (Soares, 2003, p. 95).

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Além de promover o desenvolvimento dessas habilidades, a ABP estimulou a autonomia dos alunos. Para a grande parte deles, essa foi a primeira experiência com divulgação de resultados de uma pesquisa autoral. A ABP também permitiu a mobilização de diversas habilidades dos alunos pouco exploradas no ensino tradicional. Cada aluno contribuiu à sua maneira. Identificamos alunos que lidavam melhor com a música, com a Literatura, com o desenho artístico, com o desenho geométrico, com a história, com a informática ou com a Matemática.

Quanto às TDIC, foi possível explorar os recursos do GeoGebra, utilizando, autorizadamente, seus *smartphones*, até então proibidos nas escolas dessa rede de ensino. Embora não fossem uma novidade para os alunos, o uso de *smartphones* em ambiente escolar, para fins didáticos, foi inovador para eles. Os canais de comunicação foram a rede de relações interpessoais entre alunos e professores no contexto da sala de aula bem como pelas redes sociais *WhatsApp* e *Facebook/Messenger.*

Os alunos identificados como adotantes iniciais foram os líderes intelectuais de cada grupo, já reconhecidos por meio de seu desempenho escolar pelos professores de Língua Portuguesa e Matemática.

O sistema social envolvido foi a rede de inter-relações constituída, *a priori*, pelos professores de Língua Portuguesa e Matemática, denominados como agentes de mudança, bem como seus alunos do segundo ano do Ensino Médio, mas se estendeu, no decorrer do processo, a outros professores, funcionários, equipe de gestão escolar, alunos de outras turmas e familiares, que tiveram acesso ao projeto, em maior ou menor grau, tanto em sua construção quando na apresentação final por meio de um painel.

Uma das maiores críticas sofridas pela teoria da Difusão das Inovações diz respeito à questão da igualdade social: as diferenças socioeconômicas entre membros de um sistema social poderiam aumentar como consequência da propagação de ideias inovadoras. Quando decidiu-se utilizar o GeoGebra em *smartphones*, para suprir a ausência de computadores na

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

escola, tomou-se o cuidado de apurar junto aos alunos sua viabilidade, garantindo que em cada grupo existisse ao menos um aparelho disponível.

Todos os alunos, sem exceção, possuíam *smartphones* com sistema *Android*, *IOS* ou *Windows Phone*, embora muitos relutassem em utilizá-los, contando que alguém no grupo o faria e garantiria a nota. Somente com a insistente visita de orientação grupo a grupo permitiu superar a relutância daqueles que resistiam ao uso do app GeoGebra.

Como consequência desejável da adoção desta inovação, em 2017 quando esses alunos já no terceiro ano do Ensino Médio e estudando conteúdos de Geometria Analítica, constatou-se que cerca de 70% dos alunos voluntariamente utilizavam o GeoGebra para resolver problemas ou confirmar resultados.

Assim que os primeiros alunos solicitaram orientações sobre o uso do aplicativo nas novas questões e foram incentivados pelo professor, foram rapidamente seguidos pela maioria da turma. A principal consequência indireta foi o uso do GeoGebra nas aulas de Física em uma turma de terceiro ano que teve aulas dessa disciplina com o antigo professor de Matemática do segundo ano.

Considerações Finais

A ABP em iniciativas interdisciplinares, mediadas por TDIC, contempla a exploração da pluralidade cultural, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa para o aluno. A mudança do contrato didático, necessária para a implementação da sala de aula compartilhada e para o desenvolvimento de projetos, estimula o desenvolvimento da autonomia discente. Consideramos essa experiência positiva, tanto nos aspectos atitudinais, como mobilização do interesse e motivação dos alunos e à sua adaptação às novas práticas de ensino, quanto nos aspectos cognitivos, com uma ampliação do universo cultural do aluno, assimilando novas expressões artísticas, associando-as às tecnologias digitais, ao

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

domínio da língua materna e, naturalmente, à matemática. As novas aprendizagens foram identificadas não apenas por meio dos produtos finais expostos no painel para a comunidade escolar, como também pela desenvoltura com a qual boa parte dos alunos apresentou os resultados de suas investigações. A Teoria da Difusão de Inovações se mostrou adequada para avaliar essa experiência de aprendizagem.

Referências

Abar, Celina Aparecida Almeida Pereira. (2014). Geogebra*: na produção do conhecimento matemático*. São Paulo: Iglu.

Abar, Celina Aparecida Almeida Pereira. (2017). Model of Innovation: Process of Integrating Technology in Mathematics Education. *Acta Scientiae*, 18 (3), 1 - 12.

Brasil. (2000). Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais (Ensino Médio)*. Brasília: Ministério da Educação e Cultura.

Brasil. (2018) Base Nacional Comum Curricular - Educação é a Base. Brasília: Ministério da Educação e Cultura.

Bulegon, Ana Marli & Trevisan, Maria do Carmo Barbosa. (2016). O uso do GeoGebra, Funções Trigonométricas e sons musicais como recursos motivacionais para o ensino de Acústica no ensino médio. *Anais da 6ª LACLO - Conferência Latino Americana de Objetos de Aprendizagem*.

Christe, Ian. (2010). Heavy Metal: a história completa. Tradução de Milena Durante e Augusto Zantoz. São Paulo: Ed. Arx.

Creswell, John. W. (2010) Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Artmed.

Faria, Elisabeth Cristina de. (2012). *Do ensino presencial ao ensino à distância:* a inovação na prática pedagógica de professores de Matemática. Tese de Doutorado em Educação Matemática. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

Faria, Elisabeth Cristina & Abar, Celina Aparecida Almeida Pereira. (2011). A Difusão de Inovação em um curso de Licenciatura em Matemática na modalidade a distância. *Anais do 10º Encontro de Pesquisa em Educação da Região Sudeste*. UFRJ.

Fazenda, Ivani. (2008). *O que é interdisciplinaridade*. São Paulo: Cortez Editora.

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Fux, Jacques. (2013). *Literatura e matemática:* Jorge Luis Borges, Georges Perec e o Oulipo. Petrópolis: KBR Editora.

Giacomini Filho, G.; Goulart, E. E. & Caprino, M. P. (2008). Difusão de inovações: apreciação crítica dos estudos de Rogers. *Revista Famecos*, 14 (33), 41- 45.

Giordano, C. C. (2016). *O desenvolvimento do letramento estatístico por meio de projetos: um estudo com alunos do Ensino Médio.* Dissertação de Mestrado. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

Machado, Nilson José. (1993). *Matemática e Língua Materna***.** São Paulo: Editora Cortez.

Machado, Nilson José. (2004). *Educação: projetos e valores*. 5. ed. São Paulo: Escrituras.

Porciúncula, Mauren & Samá, Suzi. (2015). Projetos de aprendizagem: uma proposta pedagógica para a sala de aula de estatística. In. Samá, Suzi. & Porciúncula, Mauren (orgs.): *Educação estatística: ações e estratégias pedagógicas no ensino básico e superior*. Curitiba: CRV.

Rogers, Everett Mitchell. (2003). *Diffusion of Innovations.* 5th ed. New York: Free Press.

São Paulo. (2010). *Proposta curricular do Estado de São Paulo*: Língua Portuguesa. São Paulo: SE/CENP.

São Paulo. (2012). *Currículo do estado de São Paulo*: Códigos, Linguagens e suas tecnologias: ensino fundamental ciclo II e ensino médio. São Paulo: SE/CENP.

São Paulo. (2014). *Proposta curricular*: caderno do aluno – ensino médio: matemática. São Paulo: IMESP.

Rezende, Wanderley Moura; Pesco, Dirce Uesu; Bortolossi, Humberto José. (2012). Explorando aspectos dinâmicos no ensino de funções reais com recursos do GeoGebra. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, 1 (1), 74-89.

Severino, Antônio Joaquim (2007). *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Cortez.

Soares, Magda. (2003). Letramento e escolarização. In: Ribeiro, Vera Masagão (org.): *Letramento no Brasil*. São Paulo: Global, 89 - 113.

Tomaz, Vanessa Sena; David, Maria Manuela Martins Soares. (2012). *Interdisciplinaridade e aprendizagem da matemática em sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica.

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.