

*firma invitada*



## Educação Matemática na Era Digital

Celina Aparecida Almeida Pereira Abar

### Resumen

El objetivo de este trabajo es exponer, sobre la base de las teorías subyacentes, la forma de superar las barreras a al uso de la tecnología, que aún persisten en el día a día de la rutina educativa, con el fin de contribuir al proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Este artículo reflexiona sobre un ámbito de la Educación, en especial, de la Educación Matemática, dentro de la era digital y los desafíos que enfrenta la escuela, y en particular, los profesores de Matemáticas, para hacer frente a la utilización de la tecnología en la enseñanza. De manera más general, también trata de reflexionar sobre las relaciones de las personas frente a los avances tecnológicos y el importante papel de la tecnología tanto en la vida de los individuos como en la Educación.

### Abstract

The object of this work is to indicate, based on underlying theories, ways to overcome obstacles to the use of technology, still persisting on the day-to-day educational routine, in order to contribute to the process of teaching and learning Mathematics. This article reflects upon the Educational scenery, specially Mathematical Education, as part of the Digital Age, and the challenges faced by the school, and in particular, by the teachers of Mathematics, when confronting the use of technology in teaching. In a more general way, it also reflects about people's reaction to the technological advances and the important role of technology in the life of individuals as well as in Education.

### Resumo

O objetivo deste trabalho é indicar, com base em teorias subjacentes, caminhos para a superação de obstáculos ao uso das tecnologias que ainda persistem no dia a dia da rotina educacional com vistas a contribuir com o processo de ensino e de aprendizagem da Matemática. Esse artigo busca refletir sobre um cenário da Educação e em especial da Educação Matemática inserido nesta era digital e os desafios que se apresentam à escola e em particular aos professores de Matemática para o enfrentamento do uso das tecnologias na prática docente. De um modo mais geral, busca também refletir sobre as relações das pessoas diante dos avanços tecnológicos e o importante papel das tecnologias tanto na vida dos indivíduos como na Educação.

### A Educação e a Era Digital

É fato que as mudanças da chamada Era Digital interferem nas relações entre as pessoas e o acesso às informações. E também é fato que o poder está e estará nas mãos de quem tem a informação e o conhecimento. Cada sociedade é configurada de acordo com as suas possibilidades de acesso às informações, ao

conhecimento e de como eles serão distribuídos e aplicados. O avanço tecnológico em si não determina o acesso às informações, mas é a necessidade social de sua democratização que determina novas categorias de tempo e espaço, transformando-as em realidades virtuais.

A invenção da imprensa também ensejou problemas aos estudiosos ou, em geral, a qualquer um que estivesse em busca da informação. Na idade Média, os escritores padeciam da falta de livros. No século 16, por outro lado, o número de livros em circulação era grande o suficiente para criar problemas de “retenção da informação” e “administração da informação”, problemas de tipo familiar para nós na era da Internet. Em 1500, havia cerca de 13 milhões de livros em circulação na Europa.

A existência de livros impressos fez com que vários itens de informação ficassem mais fáceis de serem encontrados, desde que primeiro se achasse o livro certo. Um escritor italiano já reclamava, em 1550, haver “tantos livros que não temos nem tempo para ler os títulos”. (Burke, 2000, p.16)

Do mesmo modo que aconteceu com os saberes que não foram incorporados ao livro a partir da invenção da imprensa, hoje as informações que não circulem pelos espaços tecnológicos terão uma existência medíocre e precária.

Como a matéria-prima fundamental das novas tecnologias é a informação, cada novidade tecnológica pode se tornar instantaneamente a matéria-prima para o próximo ciclo do desenvolvimento, contribuindo para o aumento da rapidez do processo de inovação. (Kenski, 2007, p.35)

No entanto, quando se fala sobre uma “novidade”, independentemente de que área seja, essa palavra sempre pode causar a sensação de algo novo, de uma incerteza diante da idéia e, ao mesmo tempo, de uma possibilidade que surge, uma inovação.

Nas relações entre as tecnologias e a educação vemos o sujeito inserindo-se em uma sociedade ao mesmo tempo em que incorpora informações e conhecimento em um processo de aprendizagem que o direciona a novas possibilidades de trabalho.

No século 17, segundo Burke (2000), a ascensão da tipografia fez surgir novas ocupações como tipógrafo, catalogador, editor, etc. provocando uma divisão intelectual de trabalho e levando ao declínio o ideal do conhecimento e aprendizado universal. Da mesma forma, na era digital, não incorporar as tecnologias no processo educacional, é condenar à marginalidade todas as pessoas que não tenham a competência para utilizar os instrumentos tecnológicos que lhe possibilitam o vínculo com a sociedade.

Importante observar que apenas a existência das tecnologias que permitem o rápido acesso às informações e à comunicação não garante a construção do conhecimento e de uma sociedade preparada para seu uso. Isso depende das pessoas e não das tecnologias utilizadas. Nesse aspecto é que se sobressai o papel das tecnologias na educação: que seu uso seja direcionado à construção do conhecimento e à formação de pessoas competentes para a inserção em uma sociedade cada vez mais tecnológica. Desse modo o uso das tecnologias na educação não é um fim em si mesmo e sim um instrumento para o desenvolvimento

cognitivo. Também é essencial entender que se as tecnologias forem utilizadas simplesmente para transmitir informações já elaboradas, no processo de aprendizagem, elas estarão a serviço de uma função pedagógica tradicional sem possibilitar nenhuma inovação ou mudanças por parte dos sujeitos envolvidos.

Qual o papel da escola na Era Digital? A escola é um espaço destinado a formar cidadãos, aptos a cumprir seu papel na sociedade na qual estão inseridos, para contribuir com a melhoria da qualidade de vida própria e das outras pessoas. Assim sendo, entende-se que todos os responsáveis por sua criação e existência devam propiciar as condições materiais e humanas adequadas para que ela, a escola, atenda às exigências da era atual. O papel dos dirigentes educacionais, nesse contexto se modifica diante da responsabilidade de criar ambientes adequados para o enfrentamento das novas exigências do mundo atual e propiciar a formação continuada de seus docentes.

No entanto, não basta incorporar as tecnologias no desenvolvimento profissional dos docentes para que conheçam ou manipulem equipamentos tecnológicos. Essa incorporação deve estar presente em sua formação inicial e permanente, condição indispensável para que o futuro professor desenvolva a capacidade de buscar, usar e gerar informações, a qual só é possível com o apoio das tecnologias. Cada nova tecnologia que surge precisa ser aprendida, ou por meio de iniciativa própria, ou por meio de cursos, ou ajuda dos mais experientes.

Na sociedade de hoje, a função do docente é envolver o aluno no ofício de aprender, ou seja, conduzir o aluno para as operações que se realizam no processo de aprendizagem. *Aprender a aprender* é o objetivo básico da educação da sociedade atual. Nesse sentido também o docente tem que se educar ao longo de toda a sua vida. Preparar o docente para essa missão deve ser o objetivo de uma política educativa, definida para a formação de professores que atenda essas necessidades, promovendo, assim, um estímulo para a superação desse quadro débil tanto do ponto de vista teórico como prático, com relação aos aspectos pedagógicos e didáticos do uso das tecnologias.

É preciso buscar informações, realizar cursos, pedir ajuda aos mais experientes, enfim, utilizar os mais diferentes meios para aprender a se relacionar com a inovação e ir além, começar a criar novas formas de uso e, daí, gerar outras utilizações. Essas novas aprendizagens, quando colocadas em prática, reorientam todos os nossos processos de descobertas, relações, valores e comportamentos. (Kenski, 2007, p.44)

Mas quais são essas competências docentes requeridas para esse enfrentamento? São necessárias mudanças na cultura escolar de formação de docentes de modo a propiciar a eles a capacidade de se inovar de acordo com os novos tempos, demandas sociais e interesses dos estudantes. A cultura escolar ainda caminha fora do compasso das inovações de uma sociedade tecnológica. O projeto Europeu "Profiles in ICT for Teacher Education" (2002) definiu um perfil do professor em Tecnologias de Informação e Comunicação para o século XXI considerando:

A proposta que a seguir se apresenta é resultado de algumas iniciativas e projetos em que o Programa Nónio-Século XXI esteve envolvido. (p. 6)

<b>ATITUDES</b>		Abertura à inovação tecnológica. Capacidade de adaptação/mudança do papel do professor. Ensino centrado no aluno. Professor como mediador e facilitador da comunicação.
<b>COMPETÊNCIAS</b>	<b>Ensino em geral</b>	Metodologias de ensino com as TIC. Planejamento de aulas com as TIC. Integração das mídias. Monitorização/avaliação. Avaliação de conteúdos TIC. Questões de segurança, de ética e legais de utilização das TIC.
	<b>Ensino da disciplina</b>	Atualização científica. Investigação. Avaliação de recursos. Integração na comunidade científica. Ligação a possíveis parceiros. Utilização de materiais noutras línguas. Participação em newsgroups.
	<b>Competências TIC</b>	Atualização de conhecimentos em TIC/plataformas e ferramentas. Familiarização com ferramentas que sirvam para: Comunicar Colaborar Pesquisar Explorar Coligir dados Armazenar dados Expandir conhecimentos Integrar ferramentas

**Figura 1: Perfil do Professor em Tecnologias da Informação e Comunicação**

O Boletim da Educação no Brasil, (Fundação Lemann e Prereal, 2009), resultado de um amplo estudo da realidade educacional no país, evidencia que:

Para gerar mudanças nas escolas e salas de aula, é essencial que estes profissionais sejam capazes de identificar os problemas que estão levando seus alunos a não dominarem determinadas habilidades e competências e, a partir daí, reformular suas práticas de ensino. Um dos caminhos para atingir esse objetivo é oferecer aos docentes recursos técnicos – materiais didáticos, guias curriculares, cursos de formação – que os auxiliem nesta tarefa, e que, portanto, estejam alinhados com as competências medidas pelo sistema de

avaliação. Isso ainda não existe de forma sistemática no Brasil. (Fundação Lemann e Prereal, 2009, p. 24)

É observado no Boletim que *apesar deste intenso esforço por parte dos governos, não se observa impacto da formação continuada no desempenho dos alunos*. (Fundação Lemann e Prereal, 2009, p. 32)

O professor, que hoje está se formando, nasceu imerso nesta sociedade tecnológica. E desse modo o desafio nos dias atuais está em conseguir que os sujeitos envolvidos no contexto escolar reflitam sobre sua prática, investiguem e compreendam quais os estilos de aprendizagem de seus alunos, mergulhem no uso das tecnologias desde os seus primeiros passos e em todos os espaços de sua vida cotidiana.

É importante considerar que esta sociedade solicita mudanças no contexto escolar e o mesmo conhecimento advindo das tecnologias também pode orientar para as mudanças nos currículos de formação docente e nos currículos escolares.

Independentemente do tipo de mudança sugerida, é importante que os planos de carreira tenham como foco a melhoria do aprendizado dos alunos, contem com a adesão dos professores e promovam um maior equilíbrio entre os direitos e os deveres dos profissionais da educação. (Fundação Lemann e Prereal, 2009, p. 35)

Um aspecto a se considerar nessas mudanças é a utilização das tecnologias para permitir o acesso dos estudantes em qualquer tempo e lugar como, por exemplo, na própria sala de aula com o uso de tablets com acesso à Internet.

Já está próximo o dia em que os alunos criarão um ambiente com computadores ou tablets na própria sala de aula, sem a necessidade de se deslocarem ao laboratório. Este é o acesso ideal: em qualquer tempo e lugar. O professor deverá estar imerso nesse novo ambiente e estar preparado para essa nova situação.

Também é imprescindível uma formação durante toda a vida, desse modo, condições que a possibilitem de modo permanente devem ser estruturadas, orientadas, socializadas e consolidadas com o tempo.

É neste cenário que o aprender a distância tem o seu papel não só para a democratização do acesso à educação, mas também para permitir uma oportunidade de educação para toda a vida. Com o advento das tecnologias a educação a distância se renovou e hoje, tem suporte em ambientes digitais com as mais diversas abordagens.

Muito há para se investigar sobre as possibilidades da educação a distância na inserção do cotidiano escolar e na produção do conhecimento, mas é certo que as possibilidades das tecnologias em ambientes para a educação a distância possibilitam a interatividade e o enfrentamento de situações específicas e primordiais para a formação do professor, além de desenvolverem a competência da autonomia dos indivíduos.

Pensar em educação na modalidade a distância também pode fazer parte do processo de considerá-la como uma “novidade” ou inovação e provocar nas pessoas sentimentos de estranhamento, incerteza e também de possibilidades.

O autor Everett Rogers (2003), em sua teoria Difusão de Inovação, afirma que uma “inovação” não é necessariamente algo novo, mas sim algo que representa uma “novidade” para uma pessoa ou sistema social. No caso da educação a distância, a inovação se apresenta como uma “novidade” na medida em que os indivíduos envolvidos, de algum modo se iniciam ou se inserem no processo de ensino nessa modalidade mesmo possuindo ou não algum conhecimento a seu respeito.

Nos dias atuais, a educação a distância pode ocorrer nos chamados ambientes virtuais de aprendizagem. Virtuais, porque são acessados por meio da Internet e computadores, e de aprendizagem, porque possibilitam a inserção dos mais diversos aparatos tecnológicos que podem permitir a construção do conhecimento. Tais ambientes permitem que se ofereça uma aprendizagem centrada em perspectivas construtivistas nas quais a interação com os outros, a reflexão e a construção do conhecimento de forma colaborativa são aspectos centrais.

Se planejada, criada e adequada para atender as necessidades de uma realidade local, a educação a distância pode favorecer a construção do conhecimento em todos os níveis da escolaridade e formação e surge um novo papel a ser desempenhado pelo professor nessa nova realidade.

Tem-se hoje um cenário propício para garantir o acesso às informações. Há pouco tempo os recursos tecnológicos eram independentes e não se conversavam e hoje, tais recursos midiáticos se aperfeiçoam e se interagem. A televisão digital interativa já é uma realidade e tem acesso à Internet, o celular permite o m-learning<sup>1</sup> e a educação a distância se beneficia com todas estas possibilidades tecnológicas. Com esses avanços as propostas pedagógicas se atualizam e a educação tem a possibilidade de se integrar a este mundo de modo responsável, sem perder de vista a formação consistente de um futuro professor, preparado para ensinar e para sempre aprender em sua caminhada docente.

Seja por meios virtuais ou tangíveis, seja a distância ou localmente, tenho convicção de que os seguintes conceitos deverão permear a escola do futuro: interatividade, colaboração, aproximação e presença (não necessariamente física). As tecnologias interativas terão papel fundamental nessa evolução. (Tori, 2010, p.22)

Nessa direção é que a formação do professor deve ser repensada: com foco em novas metodologias, com o uso das tecnologias e com suporte nas concepções teóricas e em pesquisas consolidadas. Nesse aspecto, a educação a distância ou sem distâncias, por meio das tecnologias que aproximam as pessoas, é um caminho importante de formação continuada que pode permitir e promover uma renovação na prática docente. Com a convergência dos aparatos tecnológicos, a educação a distância será um caminho cada vez mais acessível para as pessoas e pode mudar o paradigma da formação continuada que hoje se apresenta.

No entanto, é difícil qualificar os cursos de educação continuada uma vez que a variação entre eles é enorme: há desde programas com horas e estruturas preestabelecidas até iniciativas que se propõem apenas a ocupar as horas de trabalho coletivo previsto na carreira do professor. (Fundação Lemann e Prereal, 2009, p. 32)

O quadro que hoje se apresenta na educação está muito aquém do ideal e evidencia, que embora a tecnologia faça parte do dia a dia das pessoas, ela ainda está longe de ser incorporada efetivamente no ambiente escolar, pelo despreparo de seus dirigentes e professores. A tecnologia na escola e na sala de aula deveria ser algo tão natural quanto o uso do celular que tão rapidamente se propagou nas mãos das pessoas das mais diferentes camadas sociais.

Os recursos tecnológicos em muitas escolas no Brasil, quando há, não são adequadamente administrados e rapidamente se tornam ultrapassados pelos avanços do dia a dia.

Se por um lado é importante que as escolas tenham maior poder de decisão, por outro, para exercer esta autonomia com competência, elas precisam dispor de capacidade técnica e se responsabilizar por seus resultados perante a comunidade. No Brasil, esse processo de “empoderamento” é dificultado por uma conjunção de fatores, que esvaziam as escolas do necessário senso de autoridade e responsabilidade: limitações legais, pouca tradição de participação das famílias, falta de qualificação técnica do corpo docente e sobrecarga de atribuições não pedagógicas do diretor. (Fundação Lemann e Prereal, 2009, p. 26)

É uma corrida sem fim e somente o tempo promoverá mudanças significativas e de maneira natural. Tais mudanças ocorrerão por meio do crescimento pessoal e, conseqüentemente, o crescimento intelectual avançará, à medida que o professor se torne mais comprometido não só com o seu processo de aprendizagem e com o desenvolvimento de suas competências, mas também com o aprendizado e desenvolvimento de seus alunos.

Haverá um dia em que uma tecnologia na escola será como o giz depositado na lousa: um aparato a espera de um professor preparado para fazer uso na sua prática e com perfil diferente do tradicional.

### **Educação Matemática no Cenário da Era Digital**

Na era digital, os recursos tecnológicos que se apresentam para dar suporte à educação, e em especial, à Educação Matemática são inumeráveis. Softwares interativos, objetos de aprendizagem, applets, hipertextos, portais na internet, blogs, podcasts, vídeos, simulações, jogos, ambientes virtuais de aprendizagem, realidade virtual, realidade aumentada e outros recursos que privilegiam a ação, a reflexão e a interação estão disponíveis e ao alcance de professores, pais e alunos.

Temos à disposição, além de uma vasta gama de recursos tecnológicos, muitas pesquisas mostrando resultados positivos com o seu uso e, no entanto, o ambiente de aprendizagem na escola se renova a passos lentos e as pesquisas já consolidadas que poderiam subsidiar a ação docente, não chegam à prática do professor. E mesmo com acesso a muitos desses recursos não se tem a garantia de uma aprendizagem significativa, pois depende de estratégias previamente elaboradas pelo professor para uso na sua prática docente.

Em que a Educação Matemática pode se beneficiar com os recursos tecnológicos? Como “falar” ou representar estaticamente na lousa, gráficos de funções contando com a imaginação do aluno? Por outro lado, como trabalhar a

linguagem Matemática em um ambiente a distância? São questões nas quais a tecnologia tem um papel fundamental na medida em que permite ultrapassar barreiras metodológicas para uma aprendizagem efetiva. As tecnologias, além de permitirem situações que simulam o real e possibilitarem um aprendizado significativo e desafiador, ajudam as pessoas a entenderem a Matemática.

Segundo Dubinsky e Tall (1991) todas as diversas formas nas quais os computadores são usados em pesquisas estão potencialmente disponíveis para o ensino e aprendizagem da Matemática avançada.

Os autores observam que os alunos podem aprender a programar para lidar com determinados tipos de problema ou podem usar software como um ambiente para explorar idéias.

Os autores Frota e Borges (2004) identificaram em suas pesquisas algumas concepções dos professores sobre o uso da tecnologia em Educação Matemática influenciadas pelo conhecimento, segurança e experiência do uso da tecnologia dos mesmos e suas experiências pessoais e docentes.

A primeira concepção, que denominamos **consumir tecnologia**, está relacionada aos argumentos que essencialmente sustentam serem as novas tecnologias e as TICs recursos poderosos para ensinar e aprender Matemática. As visões aglutinadas na segunda concepção, que denominamos **incorporar tecnologia**, sustentam que ao se assenhorearem das novas tecnologias e das TICs, transformando-as em ferramentas e instrumentos cognitivos, professores e educandos mudam a forma de fazer Matemática e mudam a forma de pensar matematicamente. Algumas das visões subjacentes a essa concepção avançam ao afirmar que as novas tecnologias e as TICs mudam a própria Matemática que se ensina, se faz e se aprende. Acrescentamos uma terceira concepção, não identificada na literatura, e que denominamos **matematizar a tecnologia**, ligada às ideias de que as tecnologias e as TICs, além de desempenharem os papéis de recurso de ensino e de aprendizagem, e de ferramenta e de instrumento de pensar, podem tornar-se fontes de renovação de abordagens curriculares de temas consagrados na Educação Matemática básica e universitária, bem como fontes de novas temáticas para o currículo de Matemática. (**grifo nosso**) (Frota e Borges, 2004. p.3)

Concordamos com os autores Frota e Borges (2004) quando observam dois aspectos na concepção **consumir tecnologia**: para automatização de tarefas e para mudar o foco das tarefas. Afirmam que qualquer dessas concepções *pode representar um avanço em termos educacionais, na medida em que o foco do ensino de Matemática pode deixar de ser operacional ou procedimental, para assumir uma perspectiva mais conceitual.* (p.5)

Ao olhar para o trabalho do professor, inserido nessas concepções, podemos identificar ações possíveis em sala de aula que possibilitem uma compreensão das tecnologias no ensino e maneiras de integrar a tecnologia como uma ferramenta didático-pedagógica no ambiente de aprendizagem com elementos teóricos que possam subsidiar estas ações.

As diferentes possibilidades do uso das tecnologias na prática docente irão configurar as concepções nas quais o professor se insere e, talvez, esse



autoconhecimento possa mostrar aos mesmos, caminhos para um aperfeiçoamento e formação continuada.

Não é fácil, para o professor, ter consciência, com clareza e com fundamentos, de sua competência para o uso da tecnologia e também dos conhecimentos matemáticos que possam aflorar com seu uso como coloca Ponte (1997):

Os efeitos profundos que estas tecnologias tem tido em numerosas esferas de atividade social tardam a surgir na instituição educativa. É preciso perguntar, por quê? A grande razão é que a entrada na Sociedade da Informação implica um novo papel para a escola que ainda não foi por esta completamente interiorizada. O papel fundamental da escola já não é o de preparar uma pequena elite para estudos superiores e proporcionar à grande massa os requisitos mínimos para uma inserção rápida no mercado de trabalho. Pelo contrário passa a ser o de preparar a totalidade dos jovens para se inserirem de modo criativo, crítico e interveniente numa sociedade cada vez mais complexa, em que a capacidade de descortinar oportunidades, a flexibilidade de raciocínio a adaptação a novas situações a persistência e a capacidade de interagir e cooperar são qualidades fundamentais. Para os professores de Matemática este novo papel tem conseqüências fundamentais em dois níveis: na sua visão da Matemática e na sua visão do que é ser professor. (Ponte, 1997, p.1-2)

Em nossa experiência com algumas turmas de uma disciplina do Mestrado Profissional em Educação Matemática na PUC/SP<sup>ii</sup>, constatamos que alguns poucos professores mestrandos, que se consideram *experts*, se surpreendem quando colocados frente a outras possibilidades de uso da tecnologia como descrevem abaixo:

*Vejo que por mais que o professor domine um assunto este deve prever situações inusitadas em sala de aula, pois o uso dos computadores e da internet exigem muito mais do professor e por este motivo o mesmo deve estar mais atento diante de tantas possibilidades. Bom, finalizando, esta semana foi bastante produtiva, pois aprendi algo totalmente novo, deparei-me com termos e situações que ainda não tinha vivenciado. (aluno1).*

*Esse foi outro assunto que me causou surpresa neste curso, pois também era desconhecido para mim. Percebo cada vez mais, o quanto estava preso às tradicionais aulas em sala. (aluno2)*

Outros, por outro lado, que se consideram *analfabetos digitais* no início do curso, também se surpreendem quando elaboram propostas inovadoras para a sua prática docente.

*Conciliando a leitura dos textos sobre o uso das tecnologias e o uso dos softwares para realização das tarefas da disciplina de TICs, conclui que precisamos repensar a forma de ensinar Matemática. Os softwares de geometria dinâmica propiciam uma abordagem muito diferente das desenvolvidas tradicionalmente. Portanto, estamos diante de uma nova forma de fazer, aprender e ensinar Matemática. Cada software tem uma peculiaridade que se sobressai aos outros, dessa forma, acredito que é o tipo de atividade e intenção didática do professor que vai determinar o uso do programa. Estou, portanto, resolvendo pendências, para que no ano que vem logo no início do ano, desenvolva atividades com os alunos no laboratório. Pretendo ainda mostrar e mobilizar os professores de Matemática da minha*

*escola em relação às vantagens do uso dos softwares para o uso efetivo do laboratório com seus alunos. (aluno3)*

Em qualquer caso, é importante que cada professor reflita sobre suas competências tecnológicas para utilizá-las na sua prática. Isto requer estudos e leituras sobre o tema para ter o conhecimento do que já se pode explorar com seus alunos e quais aspectos ainda necessitam de aprimoramento. O que é certo é que com os avanços tecnológicos esse professor precisa se convencer de que terá que se atualizar constantemente. Suas concepções, crenças e conhecimento são fatores cruciais na integração das tecnologias.

Outro aspecto a ser considerado pelo professor é sobre os referenciais teóricos que abordam a integração das tecnologias na Educação Matemática. As diversidades de recursos tecnológicos são amplamente estudadas, exploradas e pesquisadas. A literatura é ampla neste aspecto e mostra as potencialidades teórico-metodológicas no processo ensino e aprendizagem de Matemática.

Depuis 1992, les matériels et logiciels se sont très notablement développés et diversifiés, avec par exemple les calculatrices, l'usage de l'Internet, des ordinateurs de tout type jusqu'aux technologies de tous les jours comme le téléphone mobile et les caméras numériques. Ce développement des matériels et logiciels a potentiellement des implications pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques à tous les niveaux des systèmes éducatifs aussi bien qu'à l'extérieur de ces systèmes. Parallèlement au développement des technologies, les recherches sur leurs usages ont évolué dans leurs finalités, objectifs et orientations, les perspectives se sont élargies, de nouvelles méthodologies ont été adoptées. La première étude a été en grande partie centrée sur les mathématiques elles-mêmes et ce n'est que plus récemment qu'un travail s'est développé sur les multiples actions et rétroactions de la technologie sur l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Les travaux se sont notamment intéressés au processus complexe de la genèse instrumentale, au rôle de l'enseignant et à l'articulation de l'utilisation d'outils avec les techniques traditionnelles. De nouveaux paradigmes, plus solides, émergent pour penser l'utilisation d'outils dans l'enseignement des mathématiques et la 17<sup>ème</sup> étude ICMI vise à faire un nouveau pas en avant dans cette direction. (Lagrange, 2006)

Ao optar pelo uso de um recurso tecnológico, é importante que o professor pesquise sobre os resultados obtidos em outras experiências já consolidadas e reflita sobre sua proposta no contexto de seus alunos. Tais recursos, pesquisados em dissertações e teses, englobam softwares, uso da internet, calculadoras, celulares, vídeos, etc. e cada um com suas possibilidades, dificuldades e desafios.

A integração de recursos tecnológicos na prática docente pode ser sustentada ao que Rabardel (2003) considera como uma construção da gênese instrumental. Esse autor argumenta que o instrumento é o resultado de um processo de construção pelo indivíduo no transcórre de sua atividade, a partir de um artefato dado. No processo de criação, concepção e usabilidade, o homem tem um lugar central, mas também se modifica em termos cognitivos e comportamentais. Assim, um instrumento é composto pelo artefato (componente material) e pelos esquemas de utilização usados para realizar a tarefa (componente psicológico) que não é apropriado pelo indivíduo de forma espontânea, mas por meio de um processo de

gênese instrumental em um duplo processo de apropriação: a instrumentalização e a instrumentação.

Na instrumentalização- relativa ao artefato, o indivíduo o personaliza conforme suas necessidades que podem ser consideradas como uma contribuição do usuário à concepção do instrumento.

A instrumentação é relativa ao sujeito com seus esquemas de utilização das potencialidades dos artefatos e que condicionam as suas ações para resolver um determinado problema. Rabardel observa que:

Nesta edição especial, concentramo-nos na apropriação, pelos usuários, de seus computadores como artefatos. Perguntamos como os usuários desenvolvem suas próprias atividades e também, como adaptam seus artefatos às novas condições que o uso desses artefatos implica ou permite. Entender esse fenômeno e levá-lo em consideração, em uma rede de artefatos e organizações, requer modelos teóricos e pesquisa empírica, concentrados nas atividades de pessoas e em seus processos de apropriação e desenvolvimento. (2003, p. 641, tradução da autora)

Esse desenvolvimento por meio do uso deve ser considerado, a nosso ver, como uma característica intrínseca à atividade humana. A existência da gênese instrumental NÃO é consequência de um modelo deficiente, e sim uma expressão do conceito incorporado pelo artefato que é, de todas as formas, instanciado pelo usuário. (2003, p.643, tradução da autora)

Portanto, a integração das tecnologias na prática docente provoca desequilíbrios no processo de ensino e aprendizagem e requer modificações e adaptações de professores e alunos de acordo com as especificidades e potencialidades dos artefatos utilizados.

### **Desafios do Ensino e Aprendizagem da Matemática na Era Digital**

Refletir sobre o uso de um recurso tecnológico na prática docente permite ao professor reconhecer os desafios a serem superados. Cada escolha implica em competências distintas para as quais, em muitas situações, o docente não foi preparado.

Algumas ferramentas tecnológicas disponibilizam condições que favorecem professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem. Para que isso aconteça é necessário que os professores proponham situações nas quais os alunos consigam construir o conhecimento com o auxílio das ferramentas e que estas permitam identificar os caminhos percorridos pelo aluno, possibilitem o fornecimento de respostas às suas atividades e o feedback em relação ao seu desempenho além da mediação do professor.

É essencial que o professor tenha habilidades e competências para essa mediação e receba uma formação sólida sobre os conteúdos que serão trabalhados, sobre as metodologias que possam ser exploradas no ensino e, sobretudo, tenha conhecimento dos estilos de aprendizagem que emergem de quem aprende. Agregado a esse contexto estão presentes as tecnologias que contribuem para uma melhor aprendizagem e só tem sentido com relação às metodologias utilizadas.

Mishra e Koehler (2006) desenvolveram uma teoria denominada Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) a qual aborda o conhecimento necessário ao professor para integrar a tecnologia em sua prática e como esse conhecimento pode ser desenvolvido. Os autores argumentam que a tecnologia tem um grande potencial de mudanças no dia a dia do ser humano, inclusive nos processos de ensino e aprendizagem, mas o que tem acontecido é que esse quadro tem ficado aquém do que a realidade tem mostrado até agora.

A atividade de ensinar é altamente complexa e se apóia em diversos tipos de conhecimento, entre os quais o conhecimento sobre o desenvolvimento da aprendizagem do aluno e o conhecimento do assunto a ser ensinado.

Historicamente, os programas de formação de professores têm enfatizado o conhecimento do conteúdo (C) e o conhecimento pedagógico (P) ou práticas pedagógicas gerais que seriam independentes do conteúdo a ser ensinado. Ao introduzir a ideia do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) em 1986, Lee S. Shulman proporcionou um avanço na discussão sobre a formação de professores. A dicotomia entre enfatizar conteúdo e pedagogia deveria dar lugar a uma preocupação com o relacionamento entre os dois tipos de conhecimento, ou seja, o PCK que representa o conhecimento de como determinados aspectos do conteúdo podem ser organizados, adaptados e representados para o seu ensino.

Os autores Mishra e Koehler (2006) acreditam que, embora Shulman não tenha discutido o relacionamento da tecnologia com a pedagogia e o conteúdo, atualmente essa discussão se faz necessária em virtude da grande disponibilidade de novas tecnologias, principalmente computadores, software educacional e internet, e a necessidade de como aplicá-las nos processos de ensino e aprendizagem.

O modelo TPCK introduzido por Mishra e Koehler (2006) enfatiza que o conhecimento da tecnologia não pode ser tratado sem um contexto e que o professor precisa entender como a tecnologia se relaciona com a pedagogia e o conteúdo.

O TPCK seria a base de um bom ensino com tecnologia. Requer um entendimento de como representar conceitos com tecnologia, técnicas pedagógicas que usam tecnologia, razões que tornam um conceito difícil ou fácil de aprender e como a tecnologia pode ajudar, conhecimento sobre teorias epistemológicas e como as tecnologias podem ser usadas para ajudar a construir a partir dos conhecimentos prévios dos alunos.

No modelo proposto os componentes: conteúdo, pedagogia e tecnologia existem em um permanente estado de equilíbrio dinâmico, isto é, não podem ser vistos de forma isolada e uma mudança em um deles tem que ser "compensada" por mudanças nos outros dois.

Mishra e Koehler (2006) também argumentam que é importante que a abordagem pedagógica enfatize o aprender fazendo o que implica em um processo de construção de artefatos que permitem integrar a teoria e a prática.

Nessa direção Kaput (1992, p.519) salienta que usar um computador como meio na educação pode atender a várias abordagens: jogos, tutoriais, manipuladores simbólicos e simulações.

Há inúmeros recursos que podem ser considerados como importantes ferramentas para a Educação Matemática, pois permitem criar situações para que sejam manipulados e explorados pelos alunos na verificação de suas conjecturas. Desse modo há o envolvimento dos alunos em um contexto de aprendizagem com propostas de problemas, formulação de hipóteses e tomadas de decisão em um diálogo permanente com a realidade.

Uma dessas situações que pode ser proposta encontra-se em Villiers (2002). O autor traz diversas funções importantes da demonstração em Matemática, em especial com o uso do computador, e observa que se deve utilizar inicialmente a função mais importante de explicação e descoberta para introduzir a demonstração como uma atividade significativa para os alunos.

Dentre essas tecnologias, a internet se destaca com grande aplicabilidade, uma vez que se constitui numa ferramenta de informação e auxílio à pesquisa, socialização e interação para o enriquecimento das práticas pedagógicas.

O professor, diante das possibilidades de uso da Internet, tem uma vasta gama de escolhas para a sua prática: propor pesquisas orientadas para seus alunos, em endereços previamente selecionados, para evitar uma navegação sem rumo: formar grupos de trabalho colaborativos em ambientes virtuais, propor atividades utilizando objetos de aprendizagem ou applets de Matemática, fazer parte de comunidades que possam contribuir com sua prática, utilizar vídeos no contexto da Matemática e de domínio público como no YouTube, utilizar a técnica de WebQuest com sua classe, utilizar ambientes virtuais ou outras ferramentas como chats, vídeo-conferências ou blogs, para interagir com os alunos em outros momentos que não os de sala de aula, criar páginas colaborativas, explorar as potencialidades da realidade aumentada, etc.

Também baixar programas demonstrativos ou gratuitos como Geogebra, Compasso e Régua, Winplot, Scketchup que permitem a elaboração de propostas de atividades desafiadoras para trabalhar com seus alunos. São inúmeras as possibilidades do uso da Internet na Educação Matemática como afirma Guerra (2001):

No processo educacional, essas ferramentas têm a possibilidade de dinamizar o processo de aprendizagem, modificar o tempo gasto na aquisição do conhecimento, incentivar os *aprendentes* ao aprendizado autônomo criando com isso novas formas de aprender e de ensinar, alterando também profundamente o papel tradicional das interações que se dão entre professor e alunos no espaço social da sala de aula presencial, que agora também pode ser virtual. (p.1)

Por outro lado, há de ser ter uma atenção especial para outros aspectos que dificultam o uso da Internet, como afirma Moran (1997)

Ensinar utilizando a Internet exige uma forte dose de atenção do professor. Diante de tantas possibilidades de busca, a própria navegação se torna mais sedutora do que o necessário trabalho de interpretação. Os alunos tendem a

dispersar-se diante de tantas conexões possíveis, de endereços dentro de outros endereços, de imagens e textos que se sucedem ininterruptamente. Tendem a acumular muitos textos, lugares, idéias, que ficam gravados, impressos, anotados. Colocam os dados em seqüência mais do que em confronto. Copiam os endereços, os artigos uns ao lado dos outros, sem a devida triagem. (p.4)

O uso de ferramentas tecnológicas tem como objetivo disponibilizar condições que favoreçam os usuários no processo de ensino e aprendizagem.

O computador é um recurso tecnológico que permite, além do acesso à Internet, o desenvolvimento de outras atividades com o uso de softwares específicos e que possibilitam diversas representações de um mesmo objeto matemático. Ao representar o gráfico de uma função na tela do computador, outras janelas se abrem apresentando a correspondente expressão algébrica e, por vezes, outra janela com uma planilha contendo as coordenadas de alguns pontos pertencentes ao gráfico. As alterações no gráfico são visíveis imediatamente na janela algébrica e na planilha de pontos. É a apresentação do dinamismo de situações que permitem ao professor e ao aluno levantar conjecturas e testar hipóteses. Estas são as possibilidades que se apresentam, por exemplo, no software GeoGebra<sup>iii</sup>

Quanto ao uso do computador Balacheff propõe uma teoria para repensar o seu uso pelos docentes para que este não seja mais um elemento na educação e sim um diferencial que deve ser muito bem estudado e avaliado para seu correto uso. Balacheff (1994) considera que:

A criação de objetos de ensino é o resultado de um processo complexo de adaptação dos conhecimentos às limitações de ensino e aprendizado próprios dos sistemas didáticos. Este processo, a transposição didática (Chevallard: 1985), conduziu à criação de objetos originados por suas características e funcionamento próprios. O desenvolvimento da tecnologia da informação, sua introdução nas escolas e centros de formação, é acompanhado de novos fenômenos da mesma ordem daqueles da transposição didática. Às limitações da transposição didática acrescentam-se, ou melhor, combinam-se, as limitações da criação de um modelo e de implementação da informática: limitações da “modelagem computável”, limitações de softwares e de materiais de apoio digital à realização. (p.4)

Ao utilizar o computador em sua prática docente e ao propor uma mesma tarefa com olhar diferente, o professor pode estar apenas consumindo a tecnologia, como por exemplo, resolver atividades do livro didático com o uso de um software específico. Também pode estar indo mais além, incorporando a tecnologia na proposta de atividades que mudam o olhar para a Matemática que se ensina e que se aprende. Professor e educando mudam a forma de fazer Matemática e mudam a forma de pensar matematicamente como afirmam Frota e Borges. (2004).

Assim, é relevante que a Matemática deva ter como fim preparar os estudantes para exercerem com sucesso certas funções, quer na escola durante sua formação, quer a serviço de organizações públicas ou particulares. Desse modo, as competências no campo da Matemática que se adquirem na escola, irão

possibilitar a tais alunos atuarem como interlocutores de sucesso ao desempenhar suas funções-chave no mundo corporativo.

Nesse aspecto que, segundo Frota e Borges (2004), matematizar a tecnologia tem o seu espaço:

A concepção matematizar a tecnologia entende tecnologia como parcialmente decorrente da Matemática e, ao mesmo tempo, impulsionando o desenvolvimento da mesma. Em muitas tecnologias que permeiam nosso cotidiano há mais Matemática embutida do que usualmente imaginamos. (p.10)

Nesta época de intensa dinâmica concorrencial e profundas mudanças nas organizações, muitos profissionais necessitam possuir certas competências-chave nos domínios da Matemática, além de outras especialidades, que possibilitem a eles conceber, gerir e avaliar de forma sistemática e integradora as melhores soluções tecnológicas.

Dentro desse contexto, é importante refletir e pesquisar sobre as diversas relações e cenários possíveis para que o processo de ensino-aprendizagem da Matemática se torne mais próximo, não só dos alunos, mas também dos profissionais do mercado de trabalho, avaliando novas alternativas para adequação de tal processo ao contexto das rápidas e constantes inovações hoje observadas, fazendo uso de recursos tecnológicos desta era digital.

### Bibliografía

- Balacheff, N. (1994) La transposition informatique. Note sur un nouveau problème pour La didactique, In: Artigue, M. et al. (eds). *Vingt ans de didactique des mathématiques en France. Recherches en Didactique des Mathématiques*, v. especial. La Pensée Sauvage Editions, 1994, p. 364-370.
- Burke, P. (2000). *A Explosão da Informação*. Caderno Mais do Jornal Folha de São Paulo de 16 de julho de 2000.
- Dubinsky, E e Tall, D. (1991) Advanced Mathematical Thinking and the Computer. In Tall D. O. (ed.) *Advanced Mathematical Thinking*, Kluwer: Holland, pp. 231-248
- Frota, M. C. R. e Borges, O. (2004) *Perfis de Entendimento sobre o Uso de Tecnologia na Educação Matemática*. 27ª Reunião Anual da ANPEd. Recuperado em 23/06/2011, de [http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo\\_producoes/docs\\_27/perfis.pdf](http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_27/perfis.pdf)
- Fundação Lemann; programa de promoção da reforma educacional na América Latina e no Caribe (preal) (2009) *Boletim da Educação no Brasil: Saindo da Inércia?* Recuperado em 07/12/2009, de [http://www.fundacaolemann.org.br/modelos/lendo\\_arquivo\\_download.aspx?codUrl=/upload/downloads/PREAL\\_final\\_20091202](http://www.fundacaolemann.org.br/modelos/lendo_arquivo_download.aspx?codUrl=/upload/downloads/PREAL_final_20091202).
- Guerra, A.F. S. (2001) *Aprender e ensinar usando a Web: uma experiência para a educação ambiental em áreas costeiras*. Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient. ISSN 1517-1256, Volume 06, julho, agosto, setembro de 2001. Recuperado em 23/06/2011, de [http://www.niee.ufrgs.br/eventos/SBC/2000/pdf/wie/art\\_completos/wie005.pdf](http://www.niee.ufrgs.br/eventos/SBC/2000/pdf/wie/art_completos/wie005.pdf)
- Kenski, V.M. (2007) *Educação e Tecnologias: O novo ritmo da informação*. Campinas, SP: Papirus.

- Lagrange, J-B. (2006). *La 17ème étude ICMI: repenser las TICE*. Recuperado em 23/06/2011, de [http://educmath.inrp.fr/Educmath/la-parole-a/archives/jb\\_lagrange/](http://educmath.inrp.fr/Educmath/la-parole-a/archives/jb_lagrange/)
- Mishra, Punya; Koehler, Matthew (2006) *Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge*. Teachers College Record, v.108, n.6, p. 1017-1054.
- Moran, J.M. (1997) Como utilizar a Internet na Educação. *Revista Ciência da Informação*, vol 26, n.2, maio-agosto, PP. 146-153.
- Ponte, J. P. (1997) O Ensino da Matemática na Sociedade da Informação. *Educação Matemática (APM)*, n. 45, p.1-2.
- Profiles in ICT for Teacher Education. (2002) *Colecção: Tecnologias da Informação e da Comunicação*. Estudo realizado pelo Programa Nónio-Século XXI. Recuperado em 18/07/2011, de <http://jieb1alvalade101.no.sapo.pt/curriculoTIC.pdf>
- Rabardel, P (2003) From artefact to instrument. *Interacting with Computers*, 15, pp.641–645.
- Rogers, E. M. (2003) *Diffusion of Innovations*. 5a. Edição. New York: The Free Press.
- Shulman, L. S. (1986). *Those who understand: knowledge growth in teaching*. Educational Researcher, Washington, v.15, n. 2, p. 4-14.
- Tori, R. (2010) *Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem*. São Paulo: Editora Senac São Paulo.
- Villiers, M. (2002) *Para uma compreensão dos diferentes papéis da demonstração em Geometria Dinâmica*. Tradução de Rita Bastos. *Actas do Prof Mat 2002*.

<sup>i</sup> m-learning: aprendizagem com aparatos tecnológicos móveis.

<sup>ii</sup> Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

<sup>iii</sup> GeoGebra <http://www.geogebra.org>