

FASES DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES Y LA REINVENCIÓN DE LA SALA DE CLASES DE MATEMÁTICA

Marcelo C. Borba

mborba@rc.unesp.br

GPIMEM

Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática

www.rc.unesp.br/gpimem

Facebook: Marcelo Borba

Visite GPIMEM en Facebook

Departamento de Educação Matemática

Pós-Graduação em Educação Matemática

¿Hay algo que enseñar en el siglo XXI?

No y Si?

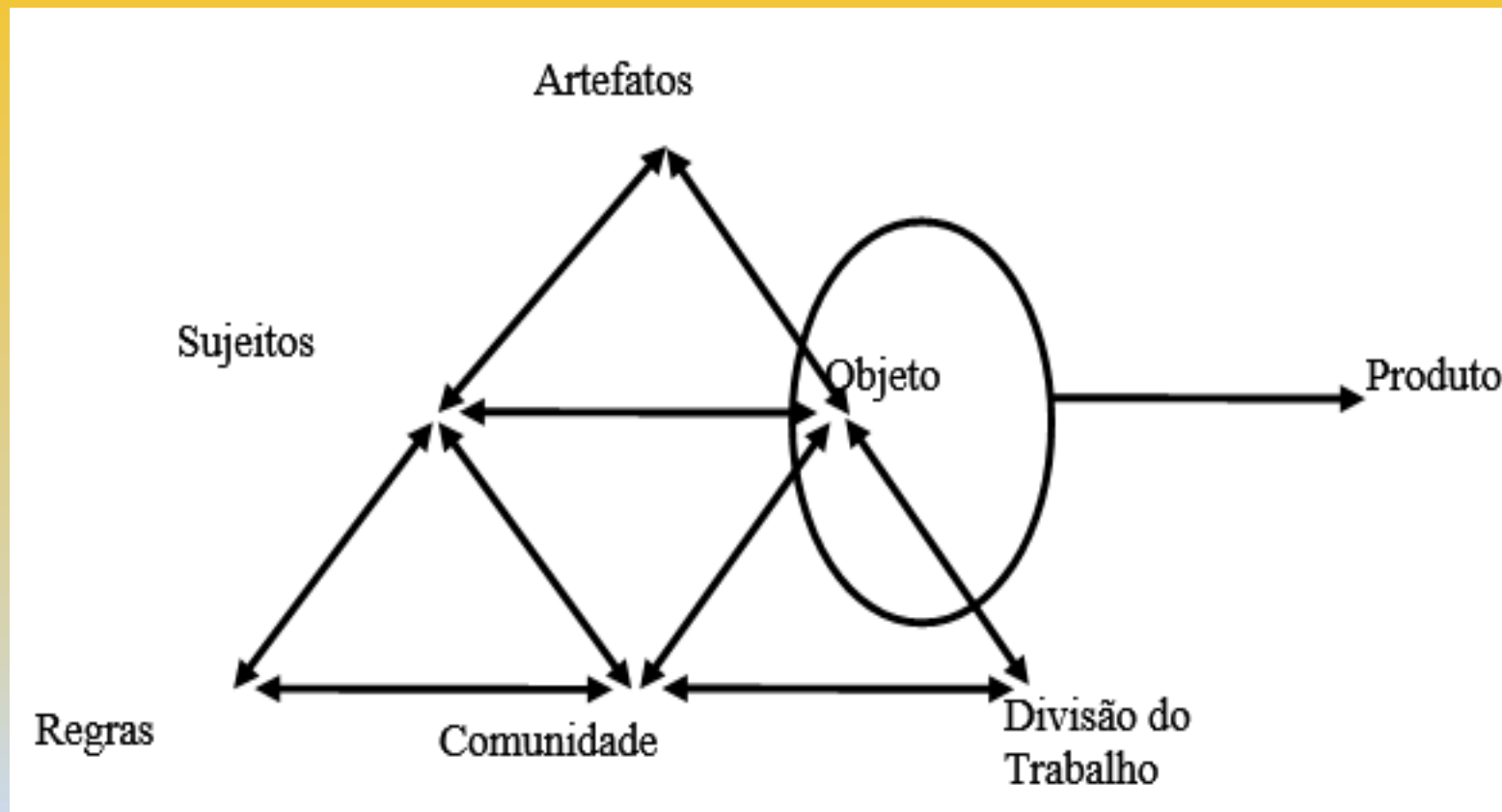
- No... No hay
- No hay nada más que enseñar, ya que los programas hacen todo
- Wolphram Alfa hace la lista más difícil de Análisis!
- En youtube y en la Khan Academy se encuentran clases de todo!
- No debemos enseñar mucho productos notables, ya que hay software que los hacen
- Debemos tal vez enseñar a pensar....
- Pero ¿por qué no enseñar a pensar utilizando videogames, computación, latín, o como utilizar el celular?
- No conozco evidencias fuertes de que la matemática enseña a pensar! Hay, yo creo, correlación entre ser inteligente y saber matemática
- Pero el jugador de fútbol también tiene su inteligencia...

¿No o Si?

- Si... Si hay
- Sin matemática no hay ingenieros, no hay puentes, y por lo tanto, no hay automóviles, no hay celulares, y por lo tanto...
- No existe felicidad
- Si. Enseñar a pensar la matemática es una tarea que los programas no hacen.
- Si matemática es un producto de un colectivo de seres-humanos-con-medios y está en constante cambio a medida en que diferentes medios y diferentes personas se unen en un colectivo.
- Hay desplazamientos, cambios de puntos en los triángulos de Engeström de acuerdo al tipo de tecnología que utilizamos!
- No voy a abordar los triángulos de Engeström en detalle

Seres-humanos-con-medios y el triángulo de Engeström

- Seres-Humanos-con-medios y los triângulos de Engeström – Aprendizaje en Souto y Borba (2016, Relime)

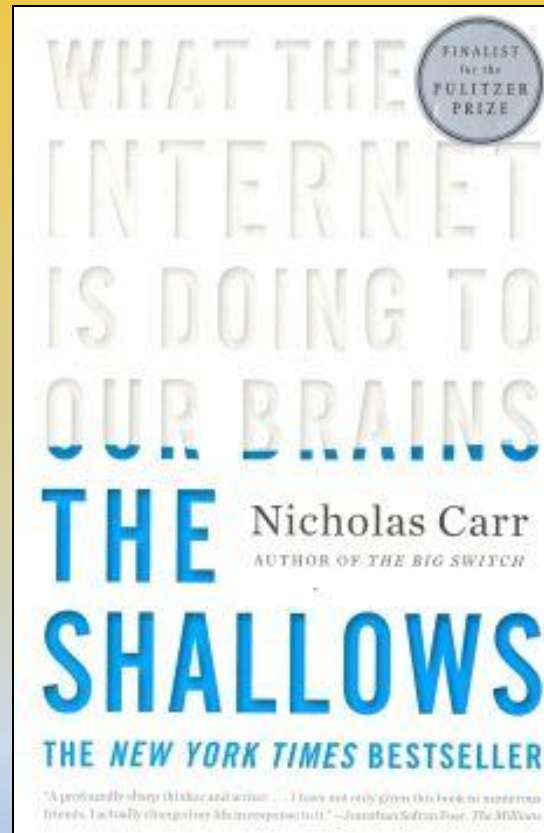


Resumen

- Educación Matemática en Transformación: Tecnologías Digitales
- Las cuatro fases de la informática en la Educación Matemática (Borba, 2012), en particular la última
- Lectura multimodal y el sitio generado por Nilton Domingues (2016)
- Borba y Lacerda (2015), Romanello (2015) – Celular
- Borba, Domingues y Lacerda (2015)
- El nuevo proyecto financiado por CNPq – Productividad 1ª - Proyecto sobre Vídeos
- Preguntas y cuestionamientos

¿Cómo será???

- Noten que celular, e-mail... , facebook cambiaron nuestras buenas maneras...
- Noten que para buena parte de esta platea no es posible pensar más el mundo sin internet!
- Carr (2010) Cerebro alterado, de la misma forma que nuestros músculos
- Cada click un placer!
- Acceso a la información y conocimiento
- Varios otros... Internet como algo fundamental, acceso...
- De todos modos...



La Educación Matemática toma en cuenta ¿quiénes son nuestros alumnos?

- ¿Quiénes son nuestros alumnos?



- ¿Cómo es la vida allá fuera...

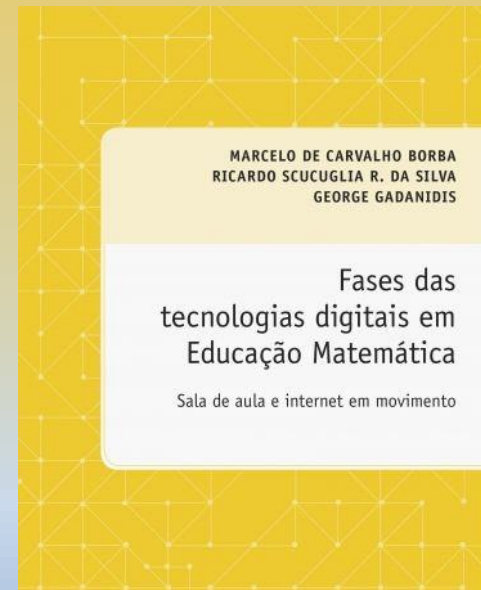
https://www.youtube.com/watch?v=Wfs_wUVD5fl

<http://www.youtube.com/watch?v=p6d2jY9FYuQ>

Investigaciones en tecnología en Brasil: las fases

Primera Fase

- **1985- 1999** – LOGO, Construccinismo, Programación
- Valente, Janete Frant, Papert, Lulu Healy y Lea Fagundes
- Aprendizaje Matemática y programación en LOGO
- Cursos vía radio para profesores en RS



Fases y Práctica Pedagógica

Primeira Fase

- **1985- 1999** – LOGO, Construcciónismo, Programación
- El laboratorio – Un nuevo espacio
- Sala de vídeo o local de exploración
- Apoyo técnico
- Trabajo en grupo. El “apartheid” de espacios
- Reconocimiento de lo que se hace e una sala y no en otra

Lectura Multimodal

Leer y Ver al Mismo tiempo

- **1985- 1999** – LOGO, Construccinismo, Programación
- Lectura Multimodal

<https://sites.google.com/site/fasestdem>

- Un libro en movimiento, visual, leído en la Internet!

Las fases y Educación Matemática

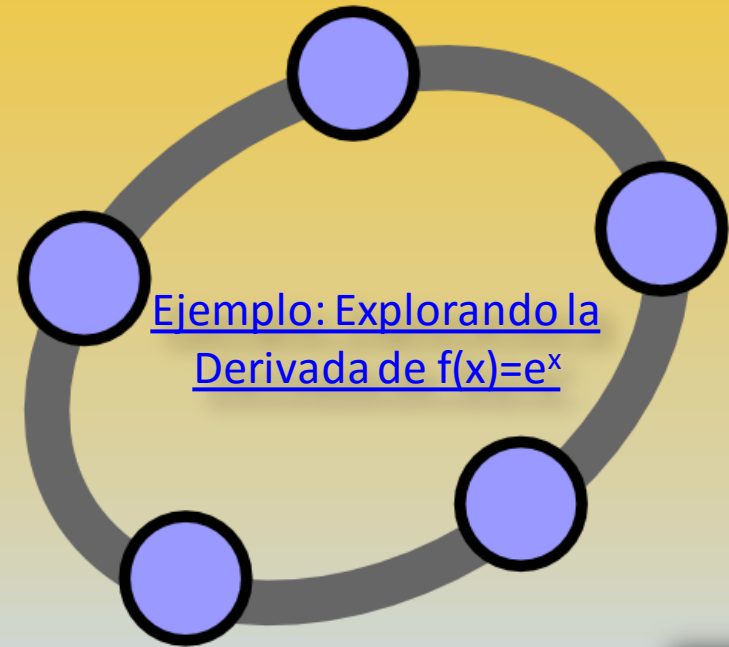
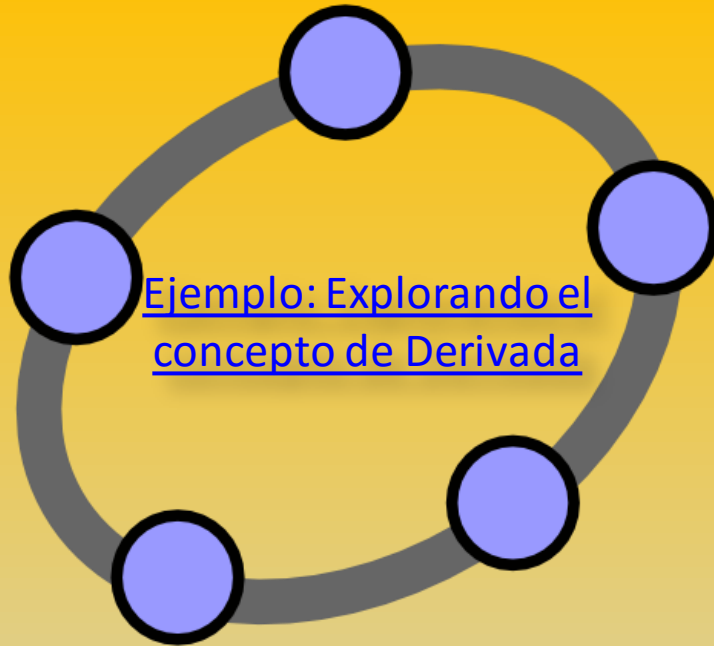
Segunda Fase

- 1990 -
- Softwares de Funciones, Geometría Dinámica, Cálculo Diferencial e Integral, Modelación
- Intensificación del uso del laboratorio en escuelas y universidades
- Dificultades con trabajo en grupo
- Mantención parcial **del plan de estudios**, con la clasificación de software hecha arriba
- Camino para inserción de la informática en la escuela
- Poca transformación de prácticas y de actividades en sala de clases
- Domesticación de la tecnología informática (Borba y Penteado, 2001), de las prácticas
- Poco desarrollo de actividades pedagógicas para colectivos de seres-humanos-con-TD
- Educación Matemática es poco afectada en la práctica ! Aunque en la teoría se hable de problemas para colectivos distintos de seres-humanos-con-meios

Cuestiones teóricas: fases y práctica pedagógica

- Computador no como un mero substituto o suplemento del ser humano (TIKHOMIROV, 1981)
 - Reorganización del Pensamiento
 - Inteligencia Colectiva, oralidad, escrita e informática (LEVY, 1993-2000)
 - El papel de la tecnología de la información en la producción de conocimiento
- ... Del lápiz en la demostración
- Seres-humanos-con-medios (BORBA; VILLARREAL, 2005)
 - Cambios en la propia noción de lo que es ser humano!

Utilización de Software en sala de clases

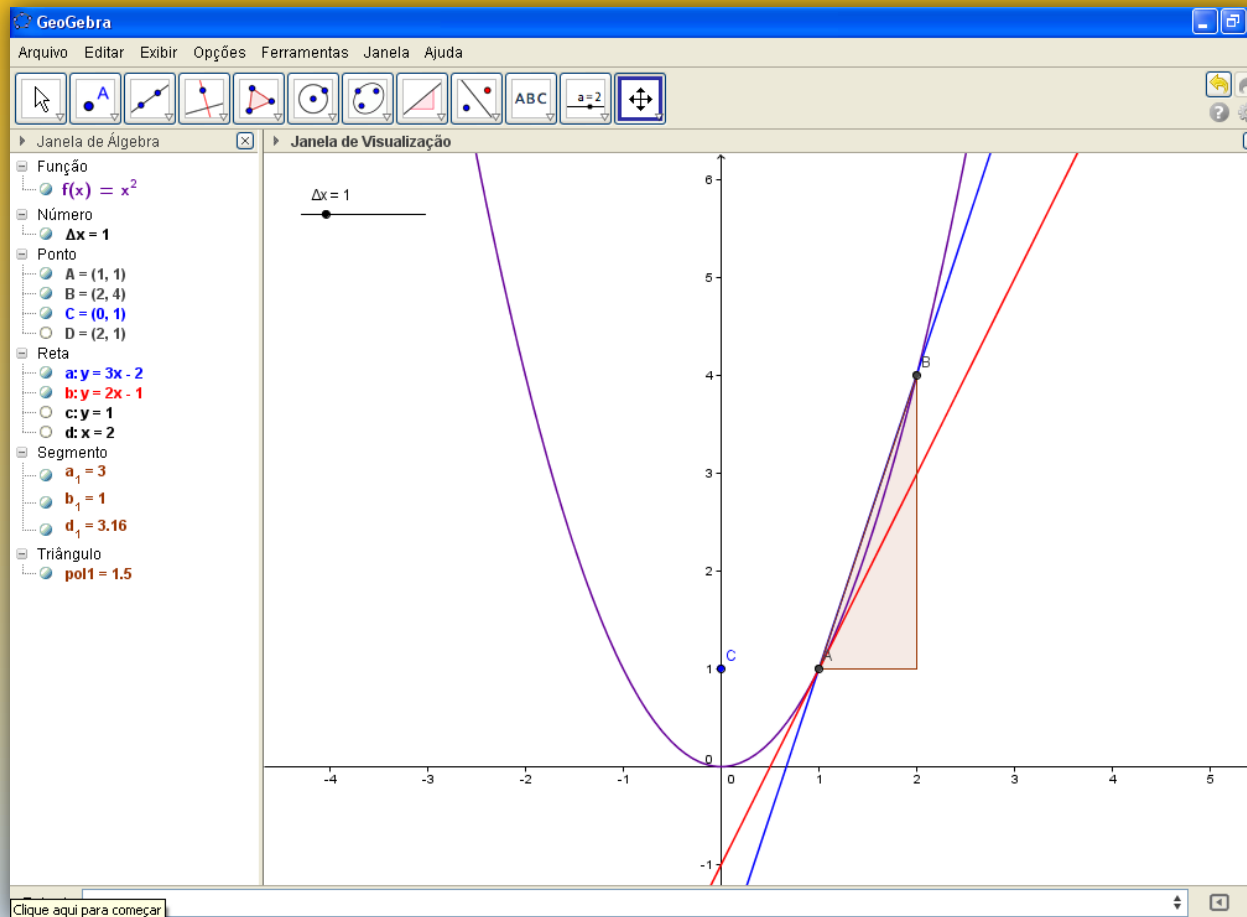


Sistematizando nociones de derivada

- Pasos Dados: Revisión de ecuación reducida de la recta
- Revisión de función (polinómica) de 1º Grado
<https://www.youtube.com/watch?v=IN4QY-pvoZM>
- Recta Secante a una parábola
<https://www.youtube.com/watch?v=W0w1MhaAWgA>
- Cálculo de recta secante que pase por dos puntos de la parábola $y=x^2$. Por ejemplo (1,1) y (2,4)

Encontrando "m"

Suponga que la curva sea $y=x^2$ y que el punto sea (1,1).



Cuentas

En este caso, sabemos que el coeficiente angular de la recta secante que pasa por los puntos $(1,1)$ y $(1+\Delta x, (1+\Delta x)^2)$ está dada por:

$$\begin{aligned} m_{\text{sec}} &= \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(1+\Delta x) - f(1)}{1+\Delta x - 1} = \frac{(1+\Delta x)^2 - 1^2}{\Delta x} \\ &= \frac{1^2 + 2 \cdot 1 \cdot \Delta x + (\Delta x)^2 - 1^2}{\Delta x} = \frac{2\Delta x + (\Delta x)^2}{\Delta x} \\ &= \frac{\Delta x(2 + \Delta x)}{\Delta x} = 2 + \Delta x \end{aligned}$$

m_{tg}

$\Delta x \rightarrow 0$

Ecuación

- Volviendo a la ecuación de la recta tangente, recordando que el punto inicial de esta cuestión era el punto (1,1) y, a partir de las cuentas, el coeficiente angular de la recta tangente es $m=2$, queda fácil calcular la ecuación de la recta:

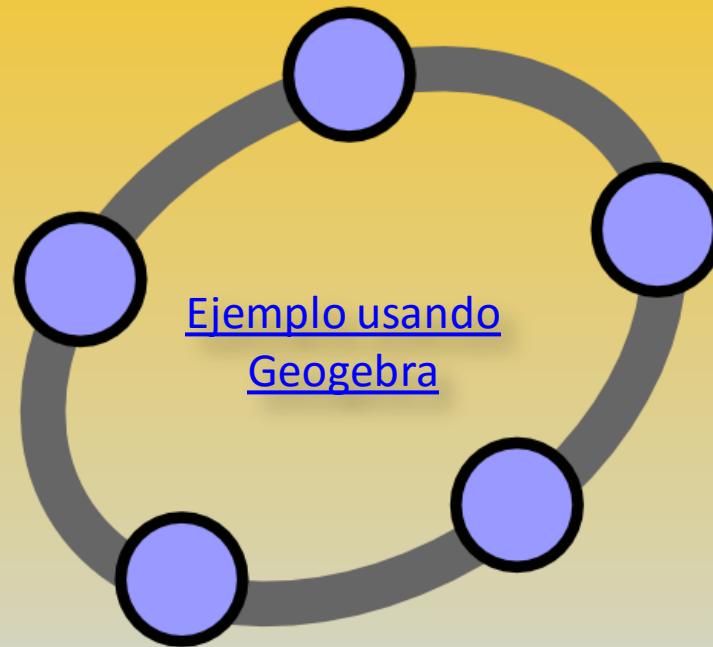
$$y - y_0 = m.(x - x_0)$$

$$y - 1 = 2(x - 1)$$

$$y = 2x - 1$$

Una Síntesis y el Geogebra

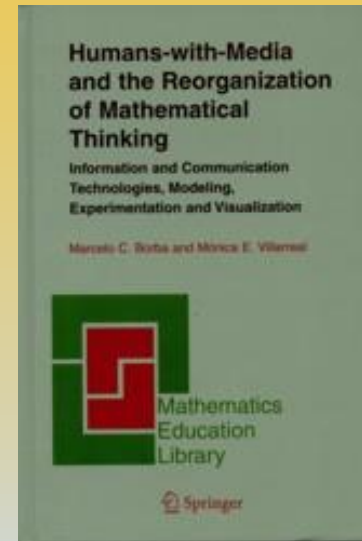
- Visualización y conceptos que circundan la noción de (función) derivada



Investigación en Tecnología en Brasil

Tercera Fase: Educación Matemática Online

- 1999-....
- Cuestiones Prácticas: ¿Cómo organizar cursos?
- Filosóficas: ¿Cuál es la naturaleza de estos cursos?
- Epistemológicas: ¿Cómo la matemática es transformada en ambientes online? (BORBA; VILLARREAL, 2005)

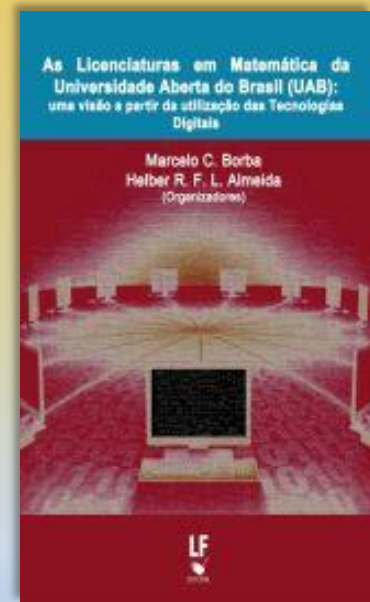


- Diferentes interfaces, Diferentes matemáticas

Investigación en Tecnología en Brasil

Tercera Fase: Educación Matemática Online

- Diferentes interfaces, Diferentes matemáticas
- Los cursos de Tendencias en Ed. Mat. Online
- Práctica e Investigación – Pioneros y la auto-formación!
- No abordaré este tema: Hicimos un análisis recientemente del modo cómo las tecnologías son utilizadas en la UAB (Borba y Almeida, 2015)



¿No o Si?

- Vamos a retomar la pregunta inicial:
- ¿Hay futuro para la educación matemática en este siglo?
- Si los ejercicios antiguos ya tienen respuestas, hay algo que deba ser enseñado, o deberíamos enseñar a los alumnos a luchar con el Wolphram?
- Antes de eso la Cuarta Fase por favor, maestro!

Investigaciones en Tecnología en Brasil

Cuarta Fase (las fases no representan conjuntos disjuntos):

Tecnologías Digitales

- 2004-....
- Applets, Objetos de Aprendizaje
- You Tube
- Nueva transformación de la matemática: Multimodalidad (Borba; Gadanidis, 2008)
- Diferentes interfaces, Diferentes matemáticas
- El uso y la producción de vídeo
- Performance Matemática Digital
- Movilidad – El fin del laboratorio?

Tercera y cuarta fase y la sala de clases universitaria

- Investigaciones en el mundo virtual ayudan a comprender los cambios en la sala de clase presencial
- Enseñanza mezclada o blended learning
- Facebook y dudas de los alumnos
- El ejemplo de Cida: calcular a recta tangente y a derivada es la misma cosa?

<https://www.youtube.com/watch?v=s0BVrgsiLOk&feature=youtu.be>

Tercera y cuarta fase y la sala de clases universitaria

- La investigación de Nilton Domingues (2013) y el uso de vídeo en sala de clases
- no todo es positivo... Pero
- Alumnos expresan la matemática por vídeo. El caso de la Araña.
<http://www.youtube.com/watch?v=kKzQgftpZnE>
- Qué es Fitosociología: alumnos de Biología con una visión sobre el uso de TDs en Biología.. en forma de vídeo
<https://www.youtube.com/watch?v=RA5A5slLr0s>

Investigación en Tecnología y práctica pedagógica

Cuarta Fase (las fases no representan conjuntos disjuntos):

Tecnologías Digitales

- Nueva domesticación? Ted Talks y la vuelta de la clase tradicional como novedad?
- El uso intensivo de Power Point en salas de clases. ¿Domesticación o transformación? ¿Ejemplo de Geogebra o transparencia?
- ¿Sala de clases invertida?
- Villarreal y Borba (2010) y la historia de los artefactos.
- ¿Cuál será esa historia?

Fases 3 y 4

- Miseria, vídeo, animación, gráfico, función, función compuesta, taza de variación

<http://www.gapminder.org/videos/200-years-that-changed-the-world-bbc>

- Performance Matematica Digital

<http://www.edu.uwo.ca/dmp>

- El problema del Garzón

http://www.youtube.com/watch?v=Y4SVWk_u9Zs

- Performance matemática Digital El caso de Trigonometría

<http://www.edu.uwo.ca/mathscene/mathfest2009/mathfest202.html>

- [Geogebra y animación en la introducción de derivada](#)

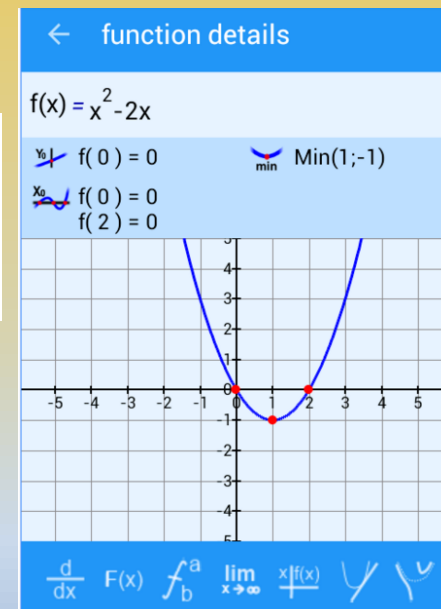
- Ted talks, Khan...

El caso de los primos

http://www.ted.com/talks/salman_khan_let_s_use_video_to_reinvent_education.html

Dos posibilidades a ser desarrolladas en la cuarta fase

- Un **computador** por alumno es un sueño distante
- Alumnos como productores de material digital aun un sueño
- Nuevas posibilidades de Modelación – Proyectos
- Borba y Lacerda (2015) – Propuesta de uso de Celular – Ya tenemos geogebra en el celular, pero ¿será solo eso queremos?
- Investigación de Romanelo (2015)
 - Utilizando aplicación en el celular para enseñar funciones.



El Nuevo Proyecto del GPIMEM: Elicmat.tube

Cuarta Fase (las fases no representan conjuntos disjuntos):

Tecnologías Digitales

- Elicmat.tube: Freire, educación dialógica
- Video clase: Se mantiene la relación tradicional profesor alumno, aunque la modifique en varios aspectos
- MDDI – Chiari (2015) y transformación del Chat en libro didáctico.
Alumnos participan del aprendizaje del compañero

El Nuevo Proyecto del GPIMEM: Elicmattube

Cuarta Fase (las fases no representan conjuntos disjuntos): *Tecnologías Digitales*

- Nuevo proyecto: Alumnos producen vídeos
 - Para aprender
 - Para expresar lo que aprendieron
 - Para ser evaluados
 - Para ser objetos de aprendizaje para nuevos aprendices

El Nuevo Proyecto del GPIMEM: Elicmatube

- Alumnos de Licenciaturas de la UAB
- Alumnos de la Escuela Básica y Media
- Vanessa Oechsler, Luana Oliveira en acción en la educación básica y media
- Diálogo entre escuela y la práctica y otros ramos de la UAB
 - Vídeos digitales
 - Internet rápida,
 - celulares
 - movilidad,
 - Aplicaciones
 - modelación
 - Festival de vídeos: interacción
- ¿Se quiere juntar con nosotros? Mande mail para mborba@rc.unesp.br, o encuentre a *Marcelo Borba* en facebook

La pregunta original: ¿Tenemos sala de clases?

- Si no dejamos que la Internet entre en la sala de clases....
¿Abismo total?

- Se dejamos... ¿Lanzamos nuestros libros todos afuera?

<http://www.wolframalpha.com>

- ¿Vamos a restringir la Internet (Carr entre otros?)?

- La sala de clases y sus prácticas pedagógicas se disolverán en la internet o la internet se disolverá en la sala de clases y sus prácticas pedagógicas? Re-escribiendo Borba (2012).

Para mi no hay lugar para esta EM en la sala de clases!

- Una educación matemática que no entienda el cambio por el cual pasa el ser humano con tecnologías móviles, internet... Seres-humanos-con-internet como símbolo de lo nuevo
- Una educación matemática inclinada para la resolución de tests nacionales: los estudiantes van a la escuela para ser entrenados para hacer exámenes.
- Una educación matemática basada en bonos para profesores
- Una matemática enseñada en sala de clases, donde en un click el alumno sabe más resultados de lo que dice el profesor pretender enseñar.

Para mí hay lugar para esta EM en la sala de clases!

- ¿Modelación será la alternativa para una sala de clases impregnada de información venida de la Internet!?
- ¿Será la performance matemática digital?
- ¿La sala de clases será un local para ver videos como el de Gabriel y su grupo sobre Fitosociología o tela de araña?
- ¿La educación matemática será online con algunos encuentros presenciales? ¿Otro tipo de “blended learning”?
- ¿Cómo crear una nueva zona de conforto (BORBA; ZULATTO, 2010) para el docente online y el “docente-digital-presencial”?
- ¡Borba y Lacerda (2015) dicen que el celular ya entró en la sala de clases! ¿Como entienden esta afirmación?

Síntesis ?!

- ¿Habrá conciliación o ruptura en los tiempos de la escuela y de los alumnos que asisten a la escuela?
- ¿Cómo utilizar Ted y Wolphram Alpha en educación?
<http://www.wolframalpha.com>
- ¿Es posible crear una prueba solo con internet?
- ¿Tenemos situación intermediaria o la sala de clases va a acabar?
- ¿Hay una quinta fase madurando?
- Esa es trivial y la dejo para que ustedes la demuestren en casa...

Algumas Referencias

- Borba, M. C.; Lacerda, H. D. G. "Políticas Públicas e Tecnologias Digitais: um celular por aluno" In: Educação Matemática Pesquisa, São Paulo, v.17, n.3 , pp.490-507, 2015 III Fórum de Discussão: Parâmetros Balizadores da Pesquisa em Educação Matemática no Brasil. ISSN 1983-3156 6(44) p. 801-814. (2012).
- Borba, M. C.; Domingues, N. S., Lacerda, H. D. G. "As tecnologias audiovisuais em Educação Matemática investigadas no GPIMEM" In: Grupo de Estudos em Educação Matemática: Ações colaborativas constituídas por várias vozes. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – 2015 pp. 285-312, ISBN 978-85-7993-278-6. 2015
- Borba , M.C. Humans-with-media and continuing education for mathematics teachers in online environments. ZDM Mathematics Education 6 (44) p. 801-814. (2012).
- Borba , M.C. & Linares S. Online mathematics teacher education: overview of an emergent field of research 44(6) p. 697-704. (2012).
- Barbosa, S. M. (2009) **Tecnologias da Informação e Comunicação, Função Composta e Regra da Cadeia**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.
- Benedetti, F. C. (2003) **Funções, Software Gráfico e Coletivos Pensantes**. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.
- BORBA, Marcelo C. . Humans-with-media and continuing education for mathematics teachers in online environments. **ZDM** (Berlin. Print), v. 44, p. 1-14, 2012.
- BORBA, M. C.; ZULATTO, R. B. A. Dialogical Education and Learning Mathematics Online from Teachers. In.: LEIKIN, R.; ZAZKIS, R. (Eds.) Learning Through Teaching Mathematics: Development of Teachers' Knowledge and Expertise in Practice. **Mathematics Teacher Education**, v.5. Dordrecht: Springer, 2010, p. 111-125.
- BORBA, M. C. Potential scenarios for Internet use in the mathematics classroom. **ZDM**, 41(4), 453–465, 2009. DOI 10.1007/s11858-009-0188-2
- Borba, M. C., Gadanidis, G. (2008) Virtual communities and networks of practising mathematics teachers: The role of technology in collaboration. In T. Wood (Series Editor) & K. Krainer (Volume Editor), **International handbook of mathematics teacher education**: Vol. 3. Participants in mathematics teacher education: individuals, teams, communities, and networks (pp 181-209). Rotterdam: Sense Publishers.
- Borba, M. C., Villarreal, M. E. (2005) **Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking: information and communication technologies, modeling, visualization, and experimentation**. New York, Springer.
- CASTELLS, M. **A Galáxia da Internet**: reflexões sobre Internet, os negócios e a sociedade. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.
- Javaroni, S. L. (2007) **Abordagem geométrica: possibilidades para o ensino e aprendizagem de Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias**. Tese (doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Algumas Referências

Levy, P. (1993) **As Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Editora 34.

Levy, P. (2000). **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34.

Lima, C.W. (2010) **Representações dos números racionais e a medição de segmentos. Possibilidades com Tecnologias Informáticas**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

NACARATO, A.M; MENGALI, B. L. S.; PASSOS, C. L. B. **A matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: Tecendo fios do ensinar e do aprender**. 1ª ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

Rosa, M. (2008) **A Construção de Identidades Online por meio do Role Playing Game: relações com o ensino e aprendizagem de matemática em um curso à distância**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Scucuglia, R. (2006) **A Investigação do Teorema Fundamental do Cálculo com Calculadoras Gráficas**. 1v. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Sheffer, N. (2001) **Sensores Informática e o Corpo: a Noção de Movimento no Ensino Fundamental**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Thikhomirov, O. (1981) The psychological consequences of the computerization. In: Werstch, J. (1981) **The concept of activity in soviet psychology**. New York: Sharp.

Villarreal, M. E. (1999) **O Pensamento Matemático de Estudantes Universitários de Cálculo e Tecnologias Informáticas**. 1v. Tese (Doutorado em Educação Matemática) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Zulatto, R. B. A. (2003) **Professores de Matemática que utilizam softwares de geometria dinâmica: suas características e perspectivas**. Dissertação (Mestrado em Educa Matemática) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

Algumas Referências

- Bonafini, F. (2004) **Explorando conexões entre a Matemática e a Física com o uso de calculadoras gráficas e o CBL**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociência e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Borba, M. C. (1993) **Students' understanding of transformations of functions using multi representational software**. 1993. Doctoral Dissertation (PhD in Mathematics Education). Cornell University, Ithaca, 1993.
- Borba, M. C., Zullato, R. (2006). Different media, different types of collective work in online continuing teacher education: Would you pass the pen, please? In: **Proceedings of the PME 30**, Jarmila, N., Moraová, H, Krátká, M, Stehlíková, N., eds., 2: 201-208. Charles University, Faculty of Education. Czech Republic, Prague.
- Borba, M. C., Malheiros, A. P. S., Zulatto, R. B. A. (2007) **Educação a distância online**. Belo Horizonte: Autentica.
- BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. R. F. L. **As Licenciaturas em Matemática da Universidade Aberta do Brasil (UAB): uma visão a partir da utilização das Tecnologias Digitais**. São Paulo: Livraria da Física, 2015
- Gadanidis, G.; Borba, M. C. (2008) **Our lives as performance mathematicians**. For the Learning of Mathematics 28(1), 44-51.
- Olimpio Junior, A. (2006) **Compreensões de Conceitos de Cálculo Diferencial no Primeiro Ano de Matemática** - Uma Abordagem Integrando Oralidade, Escrita e Informática. Tese (doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Santos, S. C. (2006) **A Produção Matemática em um Ambiente Virtual de Aprendizagem: o caso da geometria euclidiana espacial**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.
- Souza, T. (1996) **Calculadoras Gráficas: uma proposta didático-pedagógica para o tema funções quadráticas**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1996.
- Romanelo, L., A. (2015) **As discussões que emergem em uma sala de aula que utiliza smartphones para explorar os conceitos de função**. Artigo publicado nos Anais do XIX Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós Graduação em Educação Matemática - EBRAPEM – 2015 – GD6 – Universidade Federal Juiz de Fora – MG - 2015