

# Uso de computadores no ensino fundamental e médio e seus resultados empíricos: uma revisão sistemática da literatura.

**André Covic Barros**  
Instituto de Computação  
UNICAMP  
[andre.covic@gmail.com](mailto:andre.covic@gmail.com)

**Jacques Wainer**  
Instituto de Computação  
Endereço  
[wainer@ic.unicamp.br](mailto:wainer@ic.unicamp.br)

**Kleucio Claudio**  
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação  
UNICAMP  
[klclaudio@yahoo.com](mailto:klclaudio@yahoo.com)

**Luiz Renato Ribeiro Ferreira**  
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas  
UNICAMP  
[luiz.renato@unianhanguera.edu.br](mailto:luiz.renato@unianhanguera.edu.br)

**Tom Dwyer**  
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas  
UNICAMP  
[tom@unicamp.br](mailto:tom@unicamp.br)

**Resumo** *Esta revisão sistemática visa a entender qual o ganho que o computador promove na ação pedagógica para alunos do Ensino Fundamental e Médio, tendo como base publicações das últimas três décadas, indexadas no banco de dados do "Education Research Information Center" (ERIC). Obtivemos como resultado um total de 109 artigos considerados relevantes para esta pesquisa; estes foram classificados em artigos experimentais positivos, negativos e neutros (dependendo se o uso de computador tinha um impacto positivo, negativo ou neutro quando comparado com o não-uso); em meta-análises (também positivas, negativas e neutras). Na revisão dos artigos experimentais, concluímos ainda que há poucas evidências experimentais publicadas em revistas internacionais que suportem a crença de que o computador proporciona ganhos na Educação Fundamental e Média. Na revisão das meta-análises, concluímos que elas indicam resultados mais otimistas, para o uso de computadores na educação, que os resultados experimentais permitiriam deduzir e que muitas apresentam problemas metodológicos.*

**Palavras-Chave:** *Ensino Médio e Fundamental, Análise Comparativa, Ensino Assistido por Computador, Meta-análise.*

**Abstract** *This systematic review aims to evaluate the impact of computers in Primary and Secondary education, based on research published in the last three decades, and indexed in the "Education Research Information Center" (ERIC). We retrieved 109 papers considered relevant to this research; these papers were classified as positive, negative, or neutral experimental result (depending if the use of computer had a positive, negative or neutral impact when compared to the non-use); and meta-analysis (also positive, negative and neutral). Regarding the experimental articles, we conclude that there few experimental evidence to support the belief that computers are beneficial to the Primary and Secondary education. Regarding the meta-analyses, we concluded that they indicate a more optimistic result that one could conclude from the*

*experimental results, and that many of them had methodological problems.*

**Keywords:** *Primary and Secondary education, Comparative analysis, Computer assisted education, systematic review*

## 1 Introdução

Existe uma crença difundida que computadores são úteis como ferramentas de ensino/aprendizado, incluindo o Ensino Fundamental e Médio. Na sua análise das formas de uso de computadores na educação [51] Valente lista as seguintes modalidades:

- computadores como máquinas de ensinar - onde os programas de computador incorporam os conhecimentos de algum assunto e tornam-se ferramentas para apresentar tal assunto ao aprendiz
- computadores como ferramentas - onde os programas de computador são usados como ferramentas para que o aprendiz construa algo e aprenda com o processo.

A primeira modalidade está normalmente associada à visão pedagógica instrucionista, enquanto a segunda está mais associada à visão pedagógica construtivista. Embora [51] seja muito cuidadoso em não afirmar que computadores “melhoram” o processo de aprendizagem, acreditamos que existe uma clara expectativa que, se bem usados, computadores facilitam o processo de aprendizado.

Para pesquisadores acadêmicos, essa expectativa é condicional e cuidadosa [52]. Mas, em círculos mais distantes da academia, o uso de computadores parece ser considerado como uma parte importante da solução do “problema da educação”. Iniciativas como o programa do governo brasileiro de colocar computadores em escolas públicas, primárias e secundárias, usando verbas do Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (FUST), não implementado, e as recentes notícias sobre o projeto do laptop de US\$100,00 desenvolvido no Massachusetts Institute of Technology (MIT), parecem-nos exemplos dessa crença.

O objetivo deste trabalho é determinar que evidências empíricas existem para afirmar (ou não) que o computador é um instrumento que auxilia o processo de aprendizagem de alunos do Ensino Fundamental e Médio. Estamos interessados em pesquisas empíricas que meçam os efeitos que o uso do computador, em qualquer forma, têm na melhora da qualidade do aprendizado em grupos de alunos, quando comparados com grupos semelhantes de alunos que não tiveram acesso ao computador. Mais detalhadamente, estamos interessados em pesquisa experimentais comparativas com pelo menos um grupo que usa o computador, e um grupo que não usa.

Neste trabalho, “melhora do aprendizado” pode ser desde melhora nas notas médias dos alunos que tiveram acesso ao computador, ou maior rapidez em aprender o mesmo conjunto de tópicos, ou maior interesse na matéria, ou retenção do conhecimento por mais tempo, etc, desde que tal melhoria seja objetivamente mensurada. Também estamos interessados em todos usos do computador diretamente para o ensino, dentre eles ferramentas multi-meios, tutores inteligentes, educação a distância mediada pelo computador, etc.

De um ponto de vista metodológico, este trabalho é predominantemente quantitativo, assim, de forma ampla, apóia-se nos pressupostos da pesquisa positivista. Neste trabalho, isto se reflete na nossa posição de que “melhora” no processo de ensino/aprendizado pode ser medida e comparada. No que se refere à dicotomia entre pedagogia instrucional e construtivista, acreditamos que este trabalho é neutro frente a esta questão - não selecionamos os artigos cujos pressupostos estão centrados numa ou em outra modalidade de uso do computador.

### 1.1 Revisão sistemática

Meta-análise ou revisão sistemática é uma ferramenta muito importante nas ciências da Saúde [17], que serve para agregar diferentes experimentos clínicos num único resultado. Por exemplo, diferentes pesquisas clínicas podem medir as conseqüências da redução no consumo de gorduras em vários tipos de indivíduos, e estas pesquisas podem apresentar resultados contraditórios. A revisão sistemática permite agregar resultados específicos desses experimentos numa só conclusão. Isso foi feito, por exemplo, em [23] que analisa 27 pesquisas empíricas publicadas sobre o efeito da redução do consumo de gorduras na mortalidade e morbidade cardiovascular em adultos saudáveis.

A revisão sistemática tem as seguintes etapas:

1. coletar todas as publicações potencialmente relevantes sobre a questão analisada (no exemplo acima, todas as publicações sobre ensaios clínicos sobre redução de consumo de gorduras).
2. selecionar dentre as publicações coletadas aquelas que satisfazem a um critério de elegibilidade especificado através da leitura dos resumos e dos artigos (no exemplo acima, aquelas que são experimentos randomizados, com grupo de controle, de duração igual ou maior que

seis meses, em pacientes adultos saudáveis).

3. reportar às variações entre os artigos selecionados na etapa anterior.

4. opcionalmente, agregar os resultados individuais de cada publicação num resultado único, usando técnicas estatísticas complexas.

A fase 1 acima é feita usualmente através de uma busca em serviços de indexação de publicações numa certa área. Na área da Saúde, o serviço de indexação mais conhecido e de maior cobertura é o MEDLINE, do U.S. National Library of Medicine, que indexa por volta de 4800 revistas biomédicas internacionais, usando um vocabulário controlado. O MEDLINE pode ser acessado através do PubMed [41].

A fase 2 pode ser executada em diferentes sub-etapas, cada vez mais seletivas. Com base na leitura dos artigos, as etapas finais dessa fase selecionam ou não os artigos segundo os objetivos estabelecidos pela revisão sistemática. As leituras podem ser realizadas por duas ou mais pessoas independentemente, como forma de se chegar a um consenso na análise.

A fase 3 resume os resultados dos artigos selecionados na fase anterior, na forma de tabelas. A fase 4 pode ou não ser executada, e envolve técnicas estatísticas complexas.

O aspecto central e diferenciador de uma revisão sistemática é a fase 1, ou seja, uma forma de coletar **todas** as publicações potencialmente relevantes sobre a questão em revisão. Sem essa preocupação, haverá um viés de seleção que invalida a revisão - se o autor da revisão pode escolher quais artigos analisar, o que impede que ele escolha apenas aqueles que apresentam o resultado que o autor deseja? Mesmo seguindo-se o princípio de completude, as revisões sistemáticas podem apresentar um viés de publicação [16, 46], pois artigos que apresentam resultados negativos, ou mesmo a falta de resultados positivos, são mais difíceis de serem aceitos para publicação.

## 1.2 ERIC

O ERIC [18], ou Education Research Information Center, é um serviço de indexação de publicações na área de educação patrocinado pelo Department of Education do governo americano. O ERIC indexa revistas internacionais em educação, anais de conferências tipicamente americanas, relatórios e produções bibliográficas governamentais americanas. Neste sentido, o ERIC não pode ser considerado uma fonte sem viés de informações bibliográficas, especialmente no que se refere à bibliografia de publicações que não são revistas científicas.

## 1.3 Escopo e pressuposições deste trabalho

O objetivo deste artigo é apresentar uma revisão sistemática sobre a eficácia do uso de computadores no Ensino Fundamental e Médio, quando medida através de experimentos educacionais comparativos entre grupos que usam ou não usam o computador. Na literatura de delineamentos experimentais, o grupo de alunos que usa o computador é chamado de grupo experimental e o grupo que não usa é chamado de grupo de controle.

A prática de experimentos educacionais não tem a mesma elaboração dos experimentos clínicos. Nos termos de delineamentos experimentais, inicialmente propostos por [10], pesquisa em educação normalmente segue delineamentos quase-experimentais, onde não há uma seleção aleatória dos aprendizes que farão parte do grupo experimental e de controle.

Os artigos selecionados necessariamente deveriam reportar experimentos comparativos com um grupo de controle, ou seja, os experimentos comparavam sob alguma métrica objetiva o grupo de aprendizes que usou o computador e um grupo que não usou. Não fizemos nenhuma seleção quanto à forma de uso do computador, ou seja, incluímos qualquer estudo que envolvesse educação a distância, softwares educativos, jogos educativos, tutores inteligentes, etc.

Este artigo assume as seguintes pressuposições:

- que experimentos educacionais bem elaborados e que envolvam o uso de computadores no ensino são publicados nas melhores revistas internacionais em educação
- que o ERIC inclui na sua indexação as melhores revistas internacionais na área de educação
- que o ERIC corretamente indexa artigos experimentais em informática e educação com palavras-chave corretas

## 2 Metodologia

Com o intuito de classificar os artigos, o grupo de pesquisadores se reuniu semanalmente durante 4 meses. O trabalho neste período pode ser dividido, cronologicamente, nas seguintes partes:

### 2.1 Estratégia de busca de artigos

Neste primeiro momento, a ferramenta de busca do ERIC foi utilizada e diversas palavras-chave pertinentes ao tema foram testadas, dentre elas, a busca que melhor se adequou foi a dos artigos que continham todas as seguintes palavras-chave:

- “Computer Assisted Instruction” OR “Computer

Managed Instruction” OR “Assisted Instruction” OR “Computer Uses in Education” OR “Educational Technology”

- AND “Comparative Analysis” OR “Meta Analysis” OR “Data Analysis” OR “Pretests Posttests” OR “Research Reports”
- AND “Instructional Effectiveness” OR “Academic Achievement”

O primeiro conjunto de palavras-chave seleciona artigos que sejam sobre computadores, o segundo seleciona artigos que contenham comparações, ou meta-análises, ou dados, e o terceiro seleciona artigos que sejam sobre efetividade pedagógica. O uso de termos como “Computer Assisted Instruction” parece indicar um viés instrucionista para a busca, mas essas são palavras chaves (keywords) da indexação do ERIC. Em particular no ERIC a palavra chave “Computer Assisted Learning” é um sinônimo de “Computer Assisted Instruction.”

O resultado da busca retornou 683 artigos (em novembro de 2005), publicados em revistas científicas, em conferências, assim como relatórios técnicos de entidades governamentais e não governamentais.

Numa primeira análise, 377 artigos foram eliminados baseados nos resumos, em avaliações individuais porque ou se referiam ao Ensino Superior ou cursos livres, ou porque não apresentavam um experimento comparativo entre o uso e o não uso de computadores. Quando o pesquisador tinha dúvidas se o artigo era ou não relevante para esta meta-análise, este artigo não era excluído.

## 2.2 Classificação dos artigos

Os 306 artigos que sobreviveram à primeira seleção foram analisados em conjunto por dois pesquisadores. Os pesquisadores leram e discutiram os resumos de cada um dos 306 artigos, classificando-os em não relevantes para este estudo, meta-análise, ou experimentais: 80 artigos foram classificados como experimentais, 29 como meta-análise. Os artigos experimentais são aqueles que apresentam os resultados de um experimento que compara um grupo de controle, que teve aulas tradicionais (sem suporte computacional pedagógico), com um grupo experimental, que fez uso de alguma forma de suporte computacional pedagógico. Meta-análises, como este artigo, resumem várias pesquisas experimentais.

Os 80 artigos classificados como experimentais, foram separados entre artigos publicados em revistas científicas e publicados em outros veículos. O ERIC atribui um código para cada artigo, onde códigos que começam com EJ se referem a artigos em revistas científicas, e códigos que começam com ED se referem a artigos publicados em outros veículos.

Dos 80 artigos experimentais, 41 foram publicados em revistas, dos quais conseguimos o texto completo de 20. Baseados no texto, classificamos os artigos experimentais publicados em revistas em:

- positivo, se o artigo indicava que o experimento resultou em diferença estatisticamente significativa em favor do uso de tecnologia computacional em pelo menos um dos experimentos. Alguns artigos apresentam mais de um experimento, por exemplo, comparam a nota de matemática e de inglês dos grupos experimentais e de controle. Se algum dos experimentos reportam uma diferença estatisticamente significativa em favor do grupo experimental, o artigo é considerado positivo.
- negativo, se o artigo indicava que o experimento resultou numa diferença estatisticamente significativa contra o uso de tecnologia computacional.
- neutro, se o resumo indicava que o experimento não resultou numa diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos.
- não relevante, se o artigo não compara um grupo experimental que usa computador com um grupo de controle que não usa.

Há vários artigos experimentais que foram classificados como não relevantes porque comparam duas técnicas computacionais entre si, e não o uso de alguma tecnologia computacional contra o não uso.

Os 41 artigos publicados em revistas foram também classificados com base nos resumos, independente da análise baseada no texto completo. As classificações para análise dos resumos foram: positivo, negativo, neutro, não relevante, seguindo as mesmas definições da análise do texto completo, e ainda, incluímos a classificação não informa se o resumo não informa se o resultado do experimento é positivo, negativo ou neutro.

Os artigos experimentais não publicados em revistas foram analisados apenas segundo seus resumos nas mesmas classes que a análise baseada em resumo de artigos publicados em revistas.

Quanto às meta-análises, foram classificadas com base no texto completo quando disponível ou nos resumos quando não, nas classes positivo, negativo e neutro, segundo os critérios já considerados, ou não informa/vários, quando apenas o resumo estava disponível e este não informa a conclusão da meta-análise, ou quando a meta-análise apresenta vários resultados conflitantes.

A figura 1 resume todo o processo de análise dos artigos, em suas diversas fases.

## 2.3 Controle de qualidade

Como forma de avaliar a qualidade da avaliação dos

artigos, após a análise dos dados, dois dos autores selecionaram aleatoriamente 46 dos 377 artigos que foram eliminados pela leitura individual dos títulos e resumos e cujos textos completos estavam disponíveis. Destes 46, 14 são de revistas e 32 foram publicados em conferência ou como relatórios. Um dos autores (ACB) analisou os 46 artigos para verificar que eles realmente deveriam ter sido eliminados do estudo pois não se adequavam aos critérios escolhidos neste trabalho. Desses 46 artigos, apenas 2 artigos, ambos em publicados em conferência deveriam ter sido incluídos no estudo e não foram. Um deles deveria ter sido classificado como uma pesquisa experimental e o outro uma meta-análise.

Os dois artigos não foram incluídos na análise - como foi dito eles foram usados após a análise dos resultados para avaliar a qualidade da primeira seleção individual e baseada apenas em resumo. Embora a seleção dos 46 não possa ser considerada totalmente aleatória, já que buscamos apenas artigos cujo texto completo estava disponível, se considerarmos que a taxa de erro na seleção dos 46 artigos é uma amostra da taxa de erro global nos 377 artigos não selecionados, então por volta de 5% desses (2/46), ou seja 18 artigos a mais deveriam ter sido selecionados e incluídos no grupo de 109 artigos e não foram. Não sabemos avaliar o impacto deste resultado na confiabilidade dos nossos resultados.

### 3 Resultados

De um modo geral, as pesquisas experimentais sobre

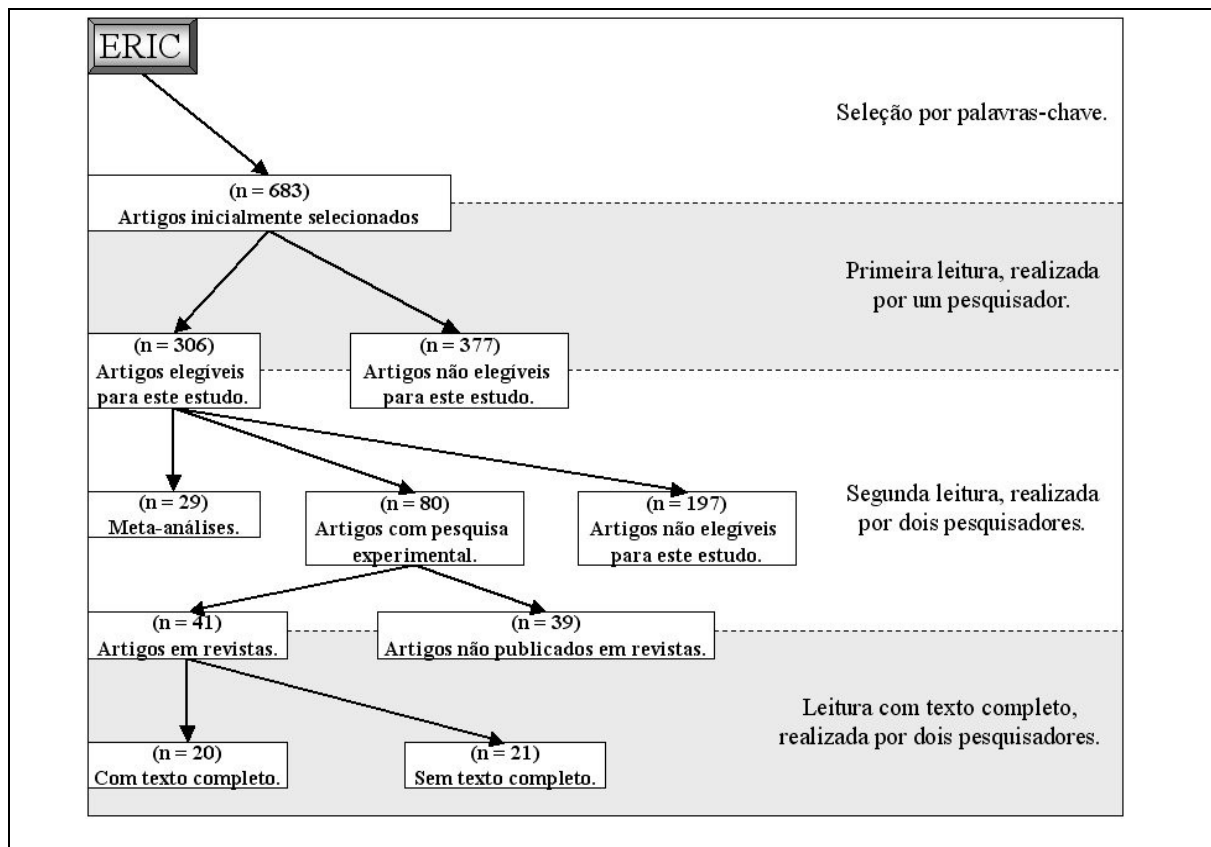
o uso de computadores no Ensino Fundamental e Médio têm diminuído com o tempo. A figura 2 ilustra a evolução do número de publicações experimentais, publicadas tanto em revistas quanto em outros veículos, através do tempo. Do histograma foram eliminados 1 artigo em revista e 2 artigos em outros veículos, todos publicados antes de 1985.

#### 3.1 Artigos experimentais publicados em revistas científicas

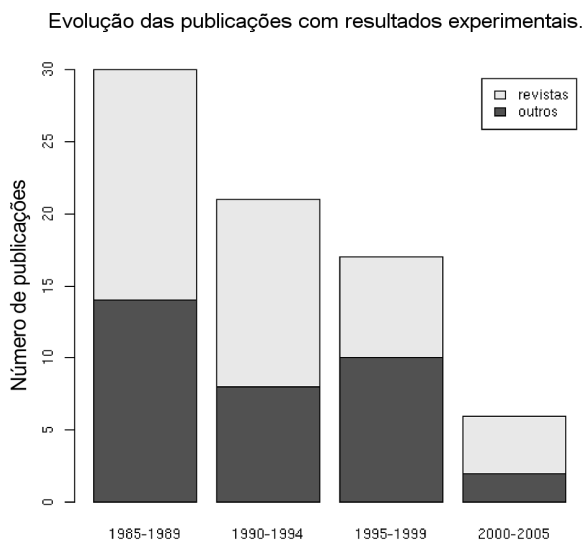
Como mencionamos acima, os artigos experimentais publicados em revistas sofreram dois tipos de análise; em uma, foi analisado o texto completo, que é a metodologia clássica de meta-análises, em outra, apenas o resumo. Os resultados das duas análises, para cada artigo, está na tabela 6 do apêndice.

Nesta seção, usaremos apenas os dados relativos à análise por texto completo, que totalizam 20 artigos, 5 dos quais positivos, 2 negativos, 10 neutros, e 3 que foram considerados não relevantes para esta análise, pois não comparam o uso com o não uso de computadores.

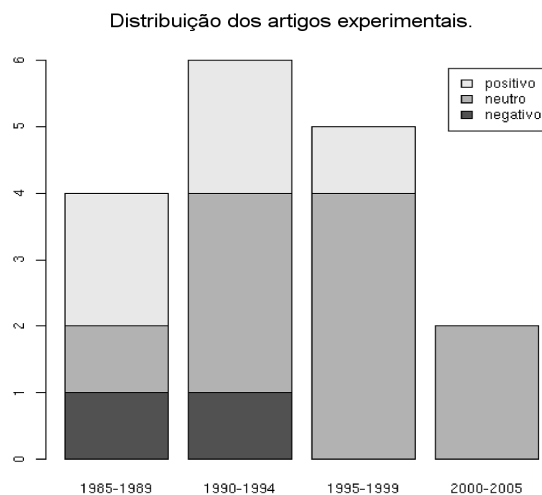
A distribuição no tempo das pesquisas experimentais publicadas em revistas está na figura 3, onde a data se refere à data de publicação do artigo, e não à data de execução dos experimentos. Os 3 artigos não relevantes foram removidos do histograma.



**Figura 1 :** Diagrama da revisão sistemática sobre os artigos tratados neste estudo.



**Figura2:** Evolução das pesquisas experimentais publicadas em revistas e outros veículos



**Figura3:** Evolução das pesquisas experimentais reportadas em revistas (análise por texto completo)

Os artigos experimentais em revistas que reportam resultados positivos são:

- [24] refere-se ao ensino de vocabulário para alunos do Ensino Médio com dificuldades de aprendizado.
- [9] compara o ensino tradicional de matemática para alunos da 5ª série com o ensino tradicional acrescido do ensino com suporte computacional, que propunha e gerenciava o trabalho individual de cada aluno.
- [44] compara o uso e o não uso de processadores de texto na qualidade dos textos escritos por alunos de 8ª série
- [25] analisa uma investigação ampla dos impactos do uso de computadores como ferramentas auxiliares de ensino em sala de aula, por professores especialmente treinados, durante dois anos, para várias classes, de várias escolas, e de várias séries, na Inglaterra. As disciplinas avaliadas foram inglês, matemática, ciências e geografia, e os alunos agrupados segundo suas séries em três grupos: de 8 a 10 anos, de 12 a 14 anos e de 14 a 16 anos. Grupos de controle, que não usaram computadores como ferramenta auxiliar de ensino foram comparados com os grupos experimentais, gerando o resultado apresentado na tabela 1:

idade	matemática	ciências	geografia	inglês
8-10	positivo	negativo	não avaliado	positivo
12-14	neutro	neutro	neutro	neutro
14-16	positivo	neutro	positivo	não avaliado

Tabela 1: Resultados do artigo [25] divididos por disciplinas e idade.

Como já explicitado anteriormente em 2.2, consideramos este artigo como positivo, pois contém pelo menos uma classificação positiva entre os vários resultados.

- [49] estudou o uso de um “*Integrated Learning Systems*” por seis meses em várias escolas e para várias séries. Os resultados mostraram que o uso de ILS gerou uma melhora estatisticamente significativa nas notas de matemática, mas não nas notas de leitura (“*reading*”).

Os artigos experimentais que deram resultados neutros foram os seguintes:

- [35] apresenta um experimento com alunos de 11 a 12 anos de idade, comparando o programa de simulação para aprender ciências contra o método tradicional de textos.
- [31] mostra um experimento com alunos da 7ª sé-

rie comparando o uso de hiper-mídia interativa para o ensino de ciências.

- [48] refere-se ao ensino de álgebra usando uma ferramenta em particular, para alunos de 14 a 16 anos.
- [21] é um estudo amplo, onde laptops foram dados a mais de 200 alunos de várias escolas e séries na Irlanda. Tanto os alunos como seus professores foram “encorajados” a utilizar o computador nas atividades escolares. Os computadores continham uma série de programas educacionais e outras ferramentas. Professores e pais de alunos participaram de programas de treinamento e grupos de discussão sobre o uso do computador. Depois de quase um ano, os resultados desses alunos para as disciplinas de inglês, matemática e ciências foram comparados com grupos de controle que não receberam o computador. As diferenças entre os dois grupos para as três disciplinas não foi estatisticamente significativa.
- [14] estuda o uso de hiperdocumentos para ensinar história.
- [38] analisa o uso de multi-meios para o ensino de língua estrangeira.
- [26, 5, 2] são sobre o uso de diferentes ferramentas (simulações, CAI, etc) para o ensino de ciências.
- [19] relata uma pesquisa sobre o uso de “*Integrated Learning Systems*” para crianças da 3ª série, usando dados de várias disciplinas ao longo dos anos.

Os artigos com resultados negativos [15] e [50] reportam experimentos com alunos muito jovens (primeiro e terceiro anos, respectivamente). O primeiro artigo compara alfabetização usando computadores para escrever as letras, ou manipulando blocos com letras, versus o uso de escrita tradicional de cada letra. O segundo compara o uso de um programa específico para aprendizado da tabuada e duas outras técnicas que não fazem o uso de computador.

Os três artigos que foram considerados como não relevantes na análise por texto completo foram:

- [22] compara o resultado em testes tradicionais (com papel e lápis) de alunos de matemática que aprenderam usando uma ferramenta de CAI (“*Computer Aided Instruction*”) - não há uma comparação entre o aprendizado tradicional e por CAI, e sim a comparação de resultados de alunos que usaram CAI num teste “tradicional”.
- [28] compara as diferenças entre a motivação de alunos que usaram programas tutoriais onde o controle era pelo computador ou pelo aluno.
- [11] faz uma comparação qualitativa (e não quantitativa) sobre o uso de programas de desenho (“*Paint*”) para alunos da 1ª e 4ª séries.

### 3.2 Comparação da análise por resumo e por texto completo

A dupla forma de análise dos artigos em revistas, por resumo e por texto completo, permite aferir a qualidade da análise apenas por resumo. A tabela 2 sumariza as avaliações pelos dois métodos. Esta tabela mostra que não há confusão entre uma análise por resumo ou por texto completo, isto é, quando a análise por resumo identifica um artigo como positivo, negativo ou neutro, a análise por texto completo concordará com a avaliação.

Análise inicial por resumo	Análise posterior por texto completo				Sem texto completo
	positivo	neutro	negativo	não relevante	
positivo	1	0	0	0	6
neutro	0	4	0	0	5
negativo	0	0	2	0	1
não informa	4	6	0	3	9

Tabela 2: Correspondência entre a análise por texto completo e por resumo para artigos experimentais publicados em revistas

Este resultado nos permite somar aos artigos analisados pelo texto completo, alguns artigos que os resumos permitem classificar o texto, mas para os quais não conseguimos obter os artigos completos.

Para os artigos positivos, podemos somar 6 artigos [30, 47, 20, 42, 12, 34], totalizando 11 artigos positivos.

Aos neutros, podemos somar 5 artigos [39, 4, 40, 43, 36], totalizando 15 artigos; e para os negativos, podemos somar o artigo [27], totalizando 3 artigos negativos.

### 3.3 Análise de resultados experimentais publicados em outros veículos

Os artigos publicados em outros veículos foram analisados somente baseados no resumo, em classes positivo, negativo, neutro, ou não informa. A lista dos códigos do ERIC desses artigos e suas respectivas classificações estão no apêndice.

A tabela 3 compara os resultados publicados em revistas e outros veículos.

	revistas	outros	soma
positivo	11	15	26
neutro	15	13	28
negativo	3	3	6
soma	30	31	61

Tabela 3: Comparação de resultados publicados em revistas e em outros veículos.

A tabela 3 mostra que não há diferenças significativas entre os resultados de artigos publicados em revistas e não. O teste executado foi o qui-quadrado, implementado na ferramenta R, que obteve os seguintes valores: qui-quadrado = 0.6923,  $df = 2$ ,  $p\text{-value} = 0.7074$ . Isto significa que não é possível afirmar que as colunas para revista e outros veículos na tabela 3 tenham distribuições independentes. Portanto, não há diferenças significativas entre as proporções de experimentos positivos, negativos, e neutros publicados em revistas ou outros veículos dentro da nossa amostra.

### 3.4 Meta-análises

A análise das meta-análises foi baseada no texto completo, se disponível, ou no resumo, se não. A tabela 4 resume a análise dos artigos de meta-análises publicadas. A figura 4 ilustra a evolução de meta-análises baseada no ano de publicação.

veículo	positivo	neutro	negativo	não informa vários
revistas	6	1	0	10
outros	5	2	0	4



Tabela 4: A classificação das meta-análises

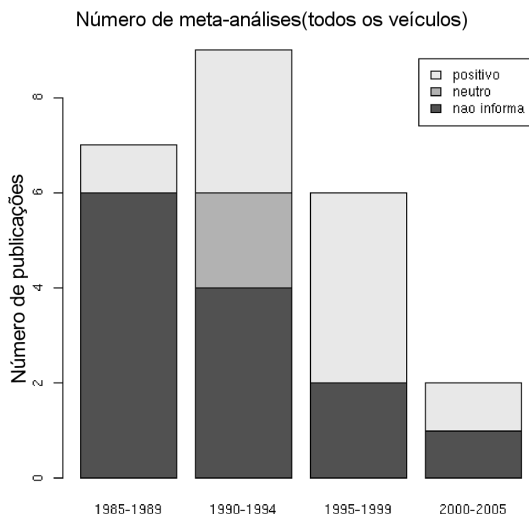


Figura 4: Evolução das meta-análises (em todos veículos).

Vamos analisar brevemente algumas das meta-análises publicadas em revistas. Dentre as positivas:

- [6] discute o uso de computadores para o ensino de ciências, para os níveis secundário e universitário.
- [32] discute o uso de hiper-mídia.
- [3] discute o uso de processadores de texto no ensino de escrita.
- [29, 37] discutem instrução baseada em computadores para todas as áreas e idades.

A única meta-análise com resultados neutros [45] discute que não há evidências que mostrem que “*computer based training*” para grupos pequenos seja mais efetivo que aulas tradicionais.

Dentre as meta-análises que não informam ou não agregam os resultados numa única conclusão:

- [33] faz uma meta-análise de 5 meta-análises e conclui que há pouca diferença entre o uso de computadores no ensino assistido e ensino tradicional
- [1] é um relatório da associação de editora americana de software, classificado erradamente como um artigo em revista pelo ERIC.
- [13] é um interessante artigo sobre o uso de computadores junto e em substituição a aulas tradicionais em vários tópicos para alunos do Ensino Médio. A conclusão é positiva no que se refere ao uso de computadores suplementado à educação tradicional, mas o efeito de melhora diminui em anos mais recentes.

- [8] revisa os “*integrated learning systems*” e mostra que os resultados são positivos, mas pequenos, e critica os desenhos metodológicos dos experimentos reportados.

- [7] mostra que em 1986 os dados empíricos eram poucos para avaliar ganhos de efetividade pedagógica.

## 4 Conclusões

A primeira conclusão que pode ser extraída dos resultados desta pesquisa é que apesar da crença de que o uso de computadores traz amplos benefícios dentro do Ensino Fundamental e Médio, não existe um corpo suficiente de evidências empíricas que fundamentem esta hipótese. Dos 41 artigos analisados, encontramos 13 artigos em revistas científicas com uma comparação experimental entre uso e não uso de computador que sinalizam resultado positivo ao uso de computador. Em contraste, encontramos 3 artigos, dos anos de 1989, 1990 e 1992, que dão um resultado oposto, onde o uso do computador no ensino piora as notas dos alunos, e 15 artigos em que os dois métodos se equivalem. Para 7 artigos não podemos tirar nenhuma conclusão pois seus resumos nada dizem sobre o resultado do experimento e não conseguimos o texto completo para analisá-los. Finalmente 3 artigos foram retirados do conjunto após a leitura do texto completo porque não apresentavam uma análise comparativa entre o uso e o não uso do computador,

Olhando os resultados da análise mais detalhadamente, há algumas outras conclusões que podem ser observadas. Primeiro, parece haver uma forte tendência de que uso de computadores na educação tenha resultados mais negativos em crianças mais jovens, embora os resultados de experimentos com essas crianças sejam antigos, do início da década de 90.

A segunda conclusão é que há uma diminuição do número de pesquisas experimentais com o tempo. A Figura 2 claramente demonstra esta tendência. A figura 3 parece indicar que há também uma diminuição dos resultados positivos e negativos com o passar do tempo, mas uma análise mais cuidadosa indica que não é possível afirmar que a evolução de resultados tanto positivos, neutros e negativos com o passar do tempo seja independente da própria diminuição de experimentos.

A tabela 5 resume a evolução do total de publicações experimentais (revistas e outros) e a evolução dos resultados dessas pesquisas, analisados por resumo e por texto completo quando possível. O teste qui-quadrado para as pesquisas com resultados positivos resulta em qui-quadrado = 0.9167,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.8214$ . O teste para os resultados neutros resulta em qui-quadrado = 1.1461,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.766$  e para resultados negativos, qui-quadrado = 0.9599,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.811$ . Ou seja,

para nenhum dos resultados, pode-se dizer que a diminuição seja independente da própria diminuição das pesquisas experimentais.

período	total	positivo	neutro	negativo
1985-1990	30	12	9	3
1990-1995	21	8	7	1
1995-2000	17	4	9	1
2000-2005	6	3	2	1

Tabela 5: Classificação dos resultados experimentais (revistas e outros) por período

Um resultado intermediário importante para futuras análises é que quando o resumo permite classificar um artigo, a análise por texto completo não modifica essa classificação. Isso permite que os próximos pesquisadores se concentrem em buscar o texto completo apenas dos artigos cujos resumos não são claros quanto ao resultado do experimento executado.

Finalmente, os nossos resultados mostram que não há um viés de publicação diferenciado para revistas e outros veículos. As distribuições de artigos experimentais com resultados positivos, negativos ou neutros não são significativamente diferentes entre revistas e outros veículos.

Há conclusões importantes também sobre as meta-análises. Todas as meta-análises que analisamos (através do artigo completo) incorrem em alguns erros metodológicos. Por exemplo, não há qualquer preocupação em controlar o viés de seleção - em nenhuma das meta-análises há qualquer indicação de que os artigos analisados foram escolhidos de forma metodológica e sistemática.

O segundo problema metodológico é que as meta-análises usam outras meta-análises como dados, o que acarreta uma dupla contagem de certos experimentos. Suponhamos que a meta-análise A concluiu que o uso de computadores na educação é positivo, e para tal leva em consideração, entre outros, o experimento X. Se a meta-análise B usou tanto A como X como evidências a favor do resultado positivo, então o experimento X foi contado duas vezes para a conclusão de B.

As meta-análises publicadas são claramente mais otimistas que os nossos resultados justificariam - nós encontramos quase o mesmo número de meta-análises positivas quanto artigos positivos publicados em revistas!

As pesquisas empíricas analisadas se agrupam em duas grandes famílias: na família mais comum, estuda-se o impacto nas notas do uso de uma particular ferramenta computacional, que facilita ou apresenta um conteúdo específico para o aluno. Por exemplo [24] analisada aci-

ma, estuda o impacto de uma particular ferramenta de apresentação de palavras no aprendizado de vocabulário (em inglês) para alunos com problemas de aprendizado. Este tipo de pesquisa não pode ser generalizada facilmente - se o resultado foi positivo isso é por que o programa é particularmente eficaz, ou por que a idéia genérica de um programa de apresentar palavras no computador para o aprendizado de vocabulário é geralmente boa, e os detalhes do programa não são tão relevantes? Se o resultado é negativo ou neutro também é difícil buscar a razão. Por outro lado, este tipo de pesquisa sempre se concentra num só conteúdo, para um grupo de alunos particular ou numa série em particular - nesse caso o ensino de vocabulário para uma série e para alunos com dificuldade no aprendizado. E provavelmente é muito difícil medir ganhos significativos com um uso tão limitado do computador como ferramenta de ensino. Talvez essa seja a explicação para o grande número de resultados neutros encontrados.

A família menos comum de pesquisas nos parece mais relevante para a definição de políticas públicas em curso, como a introdução de computadores em escolas fundamentais e médias, o incentivo à doação dos laptops para crianças e adolescentes, etc. Pesquisas como [25] e [21] são sobre os impactos de dar computadores para alunos, ou incentivar seu uso em escolas, com todos os cuidados de preparar pais, alunos e professores para essa tarefa, analisando o efeito de tais ações em tempos mais longos, e não no aprendizado de um conteúdo ou uma matéria em específico. No entanto mesmo estas iniciativas tem resultados mistos, quando muito.

#### 4.1 Limites desta pesquisa

Esta pesquisa está limitada pelas pressuposições explicitadas na seção 1.3. Se a área de computadores aplicados à educação não tem a tradição de publicar seus experimentos educacionais em revistas internacionais e se o ERIC não inclui todas as revistas de boa qualidade na sua indexação, então os resultados apresentados neste artigo têm menor força.

Quanto à pressuposição de que o ERIC corretamente indexa os artigos com resultados experimentais, esta pesquisa controlou esta pressuposição da seguinte forma: para cada pesquisa no ERIC com um conjunto de palavras-chave, nós verificamos que todos ou quase todos os artigos analisados em outras meta-análises estavam incluídos nos resultados fornecidos pelo ERIC. As palavras-chave descritas na seção 2.1 são o resultado desse processo iterativo, e são as palavras-chave que resultaram no menor conjunto de respostas que incluem os artigos revistos pelas outras meta-análises.

A seção 2.3 avalia de forma simplificada os erros incorridos na metodologia de selecionar artigos apenas ba-

seados em resumo segundo a análise de um só pesquisador. Na avaliação simplista, 18 artigos que deveriam ter sido incluídos no conjunto de 109 artigos analisados e não o foram.

## Referências

- [1] Software Publishers Association. Software publishers association report on the effectiveness of technology in schools, 1990-97: Executive summary. *Technology Connection*, 5(3):25-27, 1998. ERIC EJ566614.
- [2] S. Atkinson. A comparison of pupil learning and achievement in computer aided learning and traditionally taught situations with special reference to cognitive style and gender issues. *Educational Psychology*, 24(5):659-679, 2004. ERIC EJ680617.
- [3] R. L. Bangert-Drowns. The word processor as an instructional tool: A meta-analysis of word processing in writing instruction. *Review of Educational Research*, 63(1):69-93, 1993. ERIC EJ463379.
- [4] G. Bass, R. Reis, and W. Sharpe. Teaching basic skills through microcomputer assisted instruction. *Journal of Educational Computing Research*, 2(2):207-19, 1986. ERIC EJ336307.
- [5] J. H. Baxter and P. F. W. Preece. Interactive multimedia and concrete three-dimensional modeling. *Journal of Computer Assisted Learning*, 15(4):323-31, 1999. ERIC EJ603743.
- [6] S. Bayraktar. A meta-analysis of the effectiveness of computer-assisted instruction in science education. *Journal of Research on Technology in Education*, 34(2):173-88, 2001-2002. ERIC EJ647554.
- [7] H. J. Becker. The effects of computer use on children learning: Limitations of past research and a working model for new research. *Peabody Journal of Education*, 64(1):81-110, 1986. ERIC EJ394475.
- [8] H. J. Becker. Computer-based integrated learning systems in the elementary and middle grades: A critical review and synthesis of evaluation reports. *Journal of Educational Computing Research*, 8(1):1-41, 1992. ERIC EJ446212.
- [9] W. M. Borton. The effects of computer managed learning on mathematics test scores in the elementary school. *Journal of Computer-Based Instruction*, 15(3):95-98, 1988. ERIC EJ380478.
- [10] D. T. Campbell and J. C. Stanley. Experimental and quasi-experimental research on teaching. In N. I. Gage, editor, *Handbook of research on teaching*, pages 171-246. Rand McNally, 1963.
- [11] M. H. Catchings and K. MacGregor. Stoking creative fires: Young authors use software for writing and illustrating. *Learning and Leading with Technology*, 25(6):20-24, 1998. ERIC EJ563017.
- [12] E. Christmann and J. Badgett. A comparative analysis of the effects of computer-assisted instruction on student achievement in differing science and demographical areas. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 18(2):135-43, 1999. ERIC EJ590207.
- [13] E. Christmann, J. Badgett, and R. Lucking. Progressive comparison of the effects of computer-assisted instruction on the academic achievement of secondary students. *Journal of Research on Computing in Education*, 29(4):325-37, 1997. ERIC EJ547881.
- [14] T. Cockerton and R. Shimell. Evaluation of a hypermedia document as a learning tool. *Journal of Computer Assisted Learning*, 13(2):133-44, 1997. ERIC EJ547739.
- [15] A. E. Cunningham and K. E. Stanovich. Early spelling acquisition: Writing beats the computer. *Journal of Educational Psychology*, 82(1):159-62, 1990. ERIC EJ442306.
- [16] P.J. Easterbrook, J.A. Berlin, R. Gopalan, and D.R. Matthews. Publication bias in clinical research. *Lancet*, 337:867-872, 1991.
- [17] M. Egger, G. Smith, and D. Altman, editors. *Systematic Reviews in Health Care*. Blackwell BMJ Books, 2nd edition, 2001.
- [18] Education research information center. <http://www.eric.ed.gov>.
- [19] S. G. Estep, W. D. McInerney, E. Vockell, and G. Kosmoski. An investigation of the relationship between integrated learning systems and academic achievement. *Journal of Educational Technology Systems*, 28(1):5-19, 1999 - 2000. ERIC EJ611598.
- [20] C. Funkhouser and J. R. Dennis. The effects of

- problem-solving software on problem-solving ability. *Journal of Research on Computing in Education*, 24(3):338-47, 1992. ERIC EJ447475.
- [21] J. Gardner, H. Morrison, and R. Jarman. The impact of high access to computers on learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 9(1):2-16, 1993. ERIC EJ461600.
- [22] N. Hativa. CAI versus paper and pencil - discrepancies in students' performance. *Instructional Science*, 17:77-96, 1988. ERIC EJ377821.
- [23] L Hooper, C.D. Summerbell, J.P. Higgins, R.L. Thompson, N.E. Capps, G.D. Smith, R.A. Riemersma, and S. Ebrahim. Dietary fat intake and prevention of cardiovascular disease: systematic review. *BMJ*, 322:757-763, 2001. <http://bmj.bmjournals.com/cgi/content/full/322/7289/757>.
- [24] S. Horton, T. Lovitt, and A. Givens. A computer based vocabulary program for three categories of students. *British Journal of Educational Technology*, 19(2):131-143, 1988. ERIC EJ375269.
- [25] D. C. Johnson, M. J. Cox, and D. M. Watson. Evaluating the impact of it on pupils achievements. *Journal of Computer Assisted Learning*, 10(3):138-56, 1994. ERIC EJ489741.
- [26] P. R. Kelly. Transfer of learning from a computer simulation as compared to a laboratory activity. *Journal of Educational Technology Systems*, 26(4):345-51, 1997 - 1998. ERIC EJ577774.
- [27] C. K. Kinzer, R. D. Sherwood, and M. C. Loofbourrow. Simulation software vs. expository text: A comparison of retention across two instructional tools. *Reading Research and Instruction*, 28(2):41-49, 1989. ERIC EJ388590.
- [28] M. B. Kinzie and H. J. Sullivan. Continuing motivation, learner control, and CAI. *Educational Technology Research and Development*, 37(2):5-14, 1989. ERIC EJ394022.
- [29] C. C. Kulik and J. A. Kulik. Effectiveness of computer-based instruction: An updated analysis. *Computers in Human Behavior*, 7(1-2): 75-94, 1991. ERIC EJ424824.
- [30] R. Lehrer and L. Randle. Problem solving, metacognition and composition: The effects of interactive software for first-grade children. *Journal of Educational Computing Research*, 3(4):09-27, 1987. ERIC EJ363771.
- [31] S. R. Levin. The effects of interactive video enhanced earthquake lessons on achievement of seventh grade earth science students. *Journal of Computer-Based Instruction*, 18(4):125-29, 1991. ERIC EJ438037.
- [32] Y.-K. Liao. Effects of hypermedia on students achievement: A meta-analysis. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8(3): 255-77, 1999. ERIC EJ603766.
- [33] J. Lowe. Computer-based education: Is it a panacea? *Journal of Research on Technology in Education*, 34(2):163-71, 2001-2002. ERIC EJ647553.
- [34] J. P. Magliano, S. Todaro, K. Millis, K. Wiemer-Hastings, H. J. Kim, and D. S. McNamara. Changes in reading strategies as a function of reading training: A comparison of live and computerized training. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2):185-208, 2005. ERIC EJ717921.
- [35] A. Mancey. A cal experiment in a developing country. *Journal of Computer Assisted Learning*, 5(4):231-39, 1989. ERIC EJ405716.
- [36] M. D. Miller and W. D. McInerney. Effects on achievement of a home/school computer project. *Journal of Research on Computing in Education*, 27(2):198-210, 1994 - 1995. ERIC EJ505423.
- [37] R. Niemiec and H. J. Walberg. Comparative effects of computer-assisted instruction: A synthesis of reviews. *Journal of Educational Computing Research*, 3(1):19-37, 1987. ERIC EJ349632.
- [38] R. Niemiec and H. J. Walberg. Comparative effects of computer-assisted instruction: A synthesis of reviews. *Journal of Educational Computing Research*, 3(1):19-37, 1987. ERIC EJ349632.
- [39] J. Orlansky. Effectiveness of CAI: A different finding. *Electronic Learning*, 3(1):58-60, 1983. ERIC EJ288415.
- [40] M. Pearce and B. Norwich. A comparative evaluation of direct teaching and computer-assisted methods to teach number estimation skills to children with moderate learning difficulties. *European Journal of Special Needs Education*, 1(1):13-22, 1986. ERIC EJ392227.
- [41] Pubmed.

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi.

[42] C. A. Salerno. The effect of time on computer-assisted instruction for at-risk students. *Journal of Research on Computing in Education*, 28(1):85–97, 1995. ERIC EJ516557.

[43] L. D. Shriberg, J. Kwiatkowski, and T. Snyder. Tabletop versus microcomputer-assisted speech management: Response evocation phase. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 55(4):635–55, 1990. ERIC EJ422965.

[44] I. Snyder. The impact of computers on students writing: A comparative study of the effects of pens and word processors on writing context, process and product. *Australian Journal of Education*, 37(1):5–25, 1993. ERIC EJ465653.

[45] S. D. Stephenson. The use of small groups in computer-based training: A review of recent literature. *Computers in Human Behavior*, 10(3):243–60, 1994. ERIC EJ489729.

[46] A. J. Sutton, S. J. Duval, L. Tweedie, K. R. Abrams, and D. R. Jones. Empirical assessment of effect of publication bias on meta-analyses. *BMJ*, 320:1574–1577, 2000. <http://bmj.bmjournals.com/cgi/content/short/320/7249/1574>.

[47] A. Thomas and T. Clapp. A comparison of computer-assisted component reading skills training and repeated reading for adolescent poor readers. *Canadian Journal of Special Education*, 5(2):135–44, 1989. ERIC EJ407002.

[48] P. G. Thomas and M. G. Rickhuss. An experiment in the use of computer algebra in the classroom. *Education and Computing*, 8(3):255–63, 1992. ERIC EJ450433.

[49] J. Underwood, S. Cavendish, S. Dowling, K. Fogelman, and T. Lawson. Are integrated learning systems effective learning support tools? *Computers & Education*, 26(1-3):33–40, 1996. ERIC EJ527987.

[50] N. N. Vacc. A comparison of using a microcomputer, precision teaching, and worksheets to master basic multiplication facts. *Journal of Educational Technology Systems*, 20(3):179–98, 1991 - 1992. ERIC EJ446218.

[51] J. Valente. Diferentes usos do computador na educação. In J. Valente, editor, *Computadores e Conhecimento: repensando a educação*, pages 1–23. Grafica da UNICAMP, 1993.

[52] J. Valente. Por que computadores na educação? In J. Valente, editor, *Computadores e Conhecimento: repensando a educação*, pages 1–23. Grafica da UNICAMP, 1993.

## Apêndice: Tabela de resultados

Como subsídio para futuros pesquisadores, listamos os identificadores ERIC dos 104 artigos classificados. Códigos ERIC que iniciam com EJ se referem a artigos em revistas científicas, e ED a artigos de conferências, relatórios, etc.

ERIC	texto	análise por texto			análise por resumo				ano
		positivo	neutro	negativo	positivo	neutro	negativo	não inform	
EJ288415					X				1983
EJ336307					X				1986
EJ363771					X				1987
EJ367814							X		1987
EJ375269	X	X					X		1988
EJ377821	X	-	-	-			X		1988
EJ380478	X	X					X		1988
EJ385866							X		1988
EJ388590			X			X			1989
EJ392227					X				1986
EJ394022	X	-	-	-			X		1989
EJ405716	X		X				X		1989
EJ407002					X				1989
EJ409026							X		1989
EJ422965						X			1990
EJ438037	X		X				X		1991
EJ442306	X		X				X		1990
EJ446218	X		X				X		1992
EJ447475					X				1986

EJ450 433	X			X	1992	ED302232 ED308825 ED319755 ED337531 ED382923 ED392025 ED400777 ED428738 ED432736 ED441253 ED442915
EJ461 600	X	X			1993	
EJ462 897				X	1993	Artigos experimentais em outros veículos, cujo resumo não informa ou informa vários resultados para os experimentos: ED343582 ED432274 ED436133
EJ465 653	X	X		X	1993	
EJ465 708					X	1993
EJ465 710					X	1993
EJ469 259					X	1993
EJ473 060					X	1993
EJ489 741	X	X			X	1994
EJ505 423				X		1995
EJ516 557				X		1995
EJ527 987	X	X		X		1996
EJ547 739	X	X		X		1997
EJ563 017	X	-	-	-	X	1998
EJ577 774	X	X		X		1998
EJ590 207				X		1999
EJ603 743	X	X		X		1999
EJ611 598	X	X		X		2000
EJ635 510				X		2001
EJ648 948	X	X		X		2002
EJ680 617	X	X			X	2004
EJ717 921				X		2005

Tabela 6: Classificação dos artigos em revista. Artigos com “-” nas três classificações possíveis são artigos considerados não relevantes pela análise por texto completo.

Artigos experimentais em outros veículos, positivos:  
ED284531 ED289157 ED302226 ED304115 ED313024  
ED319181 ED320333 ED320744 ED337964 ED339363  
ED354874 ED384882 ED390383 ED421684 ED429912  
ED430544

Artigos experimentais negativos em outros veículos:  
ED329239 ED430542 ED473018

Experimentais neutros: ED277335 ED280245