

教學媒體的發展與應用

王 健 華

淡江大學教育資料科學研究所副教授

壹、教學科技理論的演進與教學媒體的發展

教學科技的領域，五十年來已經過至少四次的派典變遷 (paradigm shift; Seattler, 1990)：從最早期的媒體派典，到傳播與系統派典，到行爲科學派典，以至於80年代視爲主流的認知科學派典，而今更有探討人本與建構主義的趨勢。

依據 Seattler 的說法，由於派典的變遷，每一派典所依據之理論基礎與思維方式完全不同，因之也產生了許多不同的教學法。例如編序教學屬於行爲科學派典，而ICAI則屬於認知科學派典。然而無論教學科技理論與思維的派典如何變遷，其充份且適當利用媒體以利教學的法則卻從未改變。因此朱則剛（民83）提出教學科技理論的演進實際上並沒有 Seattler 所提出的派典變遷，而是派典的演化，其理念核心從未脫離以媒體教學爲主的系統法則。依此說法，則 AECT (1977) 所揭示的四個時期：「視覺教學時期」、「視聽教學時期」、「教育傳播時期」、與「教育科技時期」較能代表教學科技發展的歷程與階段，也較能解釋由教學科技由早期強調硬體設備以至現今強調媒體屬性 (media attributes)，其軸心仍不離「教學媒體」的特質。

無論那一時期的理論都會強調適當運用教學媒體將有助教學的品質的提昇，甚至影響整個教學體系的發展。早期的教學科技理

論，常以「配合科技發展，應用新媒體（硬體）」解釋適當運用教學媒體中的「適當」二字，而以今日「教育科技時期」理論的角度觀之，「適當」二字更應解釋為「應用新媒體，並發展軟體，以發揮新媒體的特殊功能」。了解媒體科技發展的趨勢，並且同時研究如何充份發揮新媒體的特殊功能，二者並重，才會真正有助於教學的品質的提昇。因此本文首先將以現今「教育科技時期」的理論觀點，討論媒體科技在軟、硬體上的發展，再以師資培育以及媒體服務的觀點討論如何培育與落實新媒體觀，使教師能實際應用。

貳、電腦多媒體的發展對教學的影響

無可諱言地，現今教學媒體發展的重點是電腦科技。近幾年來，由於數位媒體資料的急速擴張，於是「電腦多媒體」這個名詞已然成為社會文化的新寵。在數以千計的電腦科技公司的展示廳中，五光十色的多媒體影音效果總吸引著大批的人群投以好奇而羨慕的眼光；在大學、中學、甚至小學生的書房內，新型多媒體個人電腦展現出對年輕學子無窮的魅力；學校中，多媒體電腦教室的需求與日俱增；在各種中外期刊中，討論電腦多媒體的文獻數以萬計；而圖書館更以擴充電腦多媒體資料典藏（例如CD-ROM）以及提供線上多媒體資料檢索與提供等服務作為建立現代化圖書館的主要訴求。似乎在這個即將邁入二十一世紀的時代裏，一個知識份子不懂電腦多媒體即將成為落伍的象徵。毫無疑問地，電腦多媒體也已成爲最新，也是最熱門的教學媒體。

爲何電腦多媒體會繼投影片、幻燈片、錄音帶、錄影帶而成爲教學媒體的新寵？本文以下將就電腦科技硬體與軟體兩方面的發展加以說明。

參、電腦科技硬體的發展

一、電腦功能不斷增強，體積不斷縮小，而價格不斷降低

自從IBM公司在1980年代初期推出個人電腦以來，操作電腦對一般大眾來說，已逐漸不再是那麼遙不可及的事了。回顧第一代的IBM PC，以Intel 8088 CPU，配以640 KB的隨機記憶體以及360 KB的軟碟機（早期的APPLE個人電腦更只有32 KB隨機記憶體以及180 KB的軟碟機），加上黑白顯示器，雖然相對於更早期的大型電腦在體積上已是一大突破，但是在運算處理上仍十分緩慢。而事隔十餘年的今天，我們看到最普通的個人電腦均具有486以上的CPU，4MB以上的隨機記憶體以及至少500 MB以上的硬碟，加上高解像度的彩色顯示器，這些進步，使個人電腦的運算速度與記憶容量都至少快了十倍以上，也正好符合了處理多媒體數位影音時，大量記憶體與快速運算的需求。而相對地，新一代PC在價格上與當年PC相比，卻有愈降愈低的趨勢，因此有愈來愈多的人有能力擁有這些設備。

二、電腦由單一個體逐漸發展為整合性的多媒體

除了電腦本身的快速發展之外，各種周邊設備進步的速度亦毫不遜色。在圖像掃描器(scanner)、光碟機(CD-ROM drive)、彩色印表機(color printer)、以及各種音效、視訊卡(audio and video add-on cards)、數位照相機、甚至錄影編輯系統(video editing system)等周邊設備的配合下，電腦已發展成一整合性的多媒體。

三、區域網路(LAN)與國際資訊網路(例如WWW、InterNet等)

普及區域網路與國際資訊網路的發達，使得資訊傳遞的效率大為提高。而線上資料傳輸技術亦不斷進步，如今，檔案龐大的數位

影音資料亦可經由網路傳輸。這使得電腦多媒體資料的普及性及流通性大為提高。可以預期的是，在光纖(fiber optics)技術趨於成熟後，電腦多媒體的應用將因資料傳輸快速方便而更形廣泛。

四、數位化資訊儲存與檢索，精確度大為提高

影音資料的數位化，使得影音訊號記錄的精確度大為提高，並且在複製的過程中不會有所損失(degrade)。這也正是數位唱片(CD)大行其道而傳統唱片(LP)迅速消失的主要原因。最近更因壓縮(compression)技術的進步，使得「在PC上看電影」已成事實。

肆、電腦科技軟體的發展

相對於硬體，電腦科技在軟體方面的進步更對多媒體的發展產生決定性的影響。我們都知道，一套電腦，只有硬體而沒有軟體是無法操作的。提到電腦軟體，各位讀者當熟悉PC的基本作業系統—DOS。這一套在1980年代發展出來的作業系統軟體，目前已發展至第六版，但一直是以指令操作(command driven)的方式運作。DOS的使用者必需熟記各種指令以及其用途，而在操作發生錯誤時，系統本身亦無法明確告知錯誤發生的原因，而對於較複雜或較專業的指令（例如EMM386、SMARTDRV、…等），又缺乏即時說明的功能，常使得一般使用者望而卻步。這種以指令操作的觀念，目前已逐漸被圖像操作(icon driven，例如Windows)的觀念所取代。

圖像操作的電腦作業環境，至少有以下幾個優點：

一、較能符合人類的認知結構

圖像操作軟體的發展，使得人與電腦溝通的介面(human-machine interface，通常指的是顯示器中所顯示的訊息)產生了革命性的變化。這種WYSIWYG(What You See Is What You Get)的介

面環境，因為可以顯示任何全彩色的圖像，與指令操作的環境相比，其對於檔案型式、目錄層次、操作過程等的描述較為具體，也較能符合人類既有的認知結構，同時使得影像處理的難度大為降低。

二、使用者親切 (user friendly) 觀念的建立

相對指令操作，圖像操作環境的另一大優點是令使用者感覺親切。以現今流行的 Windows 作業環境為例，其詳盡的線上輔助說明 (online help)、一覽無遺的選項表 (menu)、以及對話盒 (dialog box) 等較具人性化功能的提供，使得電腦不再是一台冷冰冰的機器而已。

三、整合性的使用環境

具有整合不同套裝軟體的功能，是新一代圖像操作環境的特色之一。不同軟體所產生的各種資料檔案可以互相流通，剪貼簿 (clipboard) 觀念的應用即是最好的例子之一。再者，輸出／入模式與影像／聲音資料檔格式的統一化，亦使得影音資料的應用更加方便。

四、製作多媒體資料之套裝軟體日趨成熟

90 年代以來，功能強大的多媒體製作軟體（例如 3D Studio、Photoshop…等）與整合用軟體（例如 Authorware, Toolbook, Powerpoint…等）日趨成熟，帶給多媒體製作者廣大的發揮空間。

伍、電腦多媒體資料的獨特功能

上述電腦科技在硬體與軟體方面的進步，的確使得電腦在多媒體資料的製作與呈現上佔盡優勢。然而，功能強大的電腦軟、硬體

設備，只是提供了多媒體資料設計者一個良好與高效率的作業環境。這是科技的優勢。從人文的角度來看，一件多媒體資料的好壞是取決於其內容，而不會在乎它們是不是電腦做的。舉例來說，我們評鑑一部電影的好壞，一定會從其內容著手，而不會在乎其製作的過程中用了電腦沒有。而是否「用電腦來放電影」更與電影的品質無關。我們關心的是，電腦科技創造了那些獨特的多媒體功能，而這些功能如何可使多媒體資料的內容呈現更豐富而充實。而利用科技創造具豐富內涵的媒體資料，將是人文的優勢。

依據Laurillard (1993)年的說法，教學媒體一般可分為傳統視聽媒體(audio-visual media)、超媒體(hypermedia)、互動媒體(interactive media)、適性媒體(adaptive media)、以及交談性媒體(discursive media)等五大類。而電腦毫無疑問地是製作與呈現中間三類媒體資料的必要工具。因此本文以下將就電腦的超尋找功能(ability of hyper-search)、互動功能、以及適性功能、來探討電腦多媒體資料的基本設計理念與應用的方式。

一、超尋找功能

我們也許都有經驗，在一捲錄影帶中尋找一部電影的某一特定片斷，通常需要用「邊看邊找」的方法。也就是說，假如你要找的片斷正好在片尾，可能需要看遍整部影片才能找到你所需的東西。錄影帶中尋找資料的方式，稱之為「線性尋找(linear search)」。在錄音帶中尋找資料的方法也是一樣的。另外，我們也都有經驗，在查中文字典的時候，我們可以先查注音符號，在找到待查字的頁數後，直接翻到那一頁，而不需要從第一頁開始找起。這種尋找資料的方式，我們稱之為「隨機尋找(random search)」。CD唱片選曲的方式也是一樣的。

在傳統各種多媒體資料中尋找資料，最多只能隨機尋找。而電腦多媒體資料在經過精心設計後，可以具有「超尋找(hyper search)」的功能。具有超尋找功能的多媒體資料，我們稱之為超媒

體。

超媒體(hypermedia)資料同時具有線性尋找、隨機尋找、以及超尋找的功能。什麼是「超尋找」呢？舉一例來說：前幾天你看到月蝕，對於天文學素有興趣的你有一天閒來無事，想要看看大英百科全書中有關於月蝕的解釋，因此你開始在百科全書中尋找「蝕(eclipse)」這個字。接著你在解釋eclipse的文中看到satellite（衛星或人造衛星）這個字，你在記下eclipse所在的頁數及冊數後，開始尋找satellite。接著你在解釋satellite的文中看到photography這個字，你在記下satellite所在的頁數與冊數後，開始尋找photography。接著你在解釋photography的文中看到lens這個字，你在記下photography所在的頁數與冊數後，開始尋找lens…。經過數小時的書海漫遊，你已不知身在何處。這時你突然想起satellite一字的本文當時尚未看完就放下去找別的字了。因此靠著當時你記錄下的頁數與冊數，順利回到解釋satellite這個字的本文。這種搜尋的過程，稱之為「超尋找」。

人工的超尋找費時又費事。而利用電腦來作超尋找，一眨眼的功夫便可完成。而且尋找到的資料，不僅限於文字與圖片，還可以有動畫與音響。超媒體的應用，是電腦處理大量關連性資料技術的一大突破。

二、互動功能與適性功能

這兩種功能都與電腦的人工智慧有關。互動的意思就是你來我往，互相都有動作。比方說，交談的雙方一言不合，甲突然出手打了乙方一拳。乙不太可能沒有反應。假如甲體型瘦小，乙可能決定立刻還以一拳，但假如甲身高體壯，乙可能決定三十六計，走為上策。甲出手、乙反應是互動，而判斷對方的強弱特性而有不同的反應則是適性。電腦是唯一具有互動與適性能力的媒體，雖然它不會動手，但在人工智慧程式的分析下，它可以用文字或圖像（通常是在螢幕上顯示），或是用語言（電腦語音）來作適當的反應。電動

玩具在遊戲結束後給予使用者的讚美、鼓勵、與嘲笑，以及現在流行的電話語音查詢系統均是互動與適性功能的應用。只是人工智慧目前似乎還未發展到成熟的階段，因此電腦多媒體的互動功能與適性功能還有很大的發展空間。

超尋找功能、互動功能、以及適性功能的發揮，使得電腦多媒體在教學上發揮個別化(individualization)、學習者主導(learner control)、以及超文體(hypertext)等特性。近五年來，具有上述功能的電腦教學軟體在市面上已十分普遍。然而國內在正規學校教育的範疇內，電腦多媒體的應用仍然有限，而軟體的發展更是缺乏正確認知。審視中等學校教師自製的電腦輔助教學軟體，本文作者發現一般教師們處理超文、互動、以及適性等功能的技巧並不充足。這種情況，對於電腦多媒體在教學上應用的成效將極為有限。因此，若要將電腦多媒體的優點充份應用在媒體教學上，培養教師們正確的新媒體觀是十分必要的。

陸、教學媒體的應用—新媒體觀的培養與落實

由於電腦媒體具有獨特的教學功能，重視軟、硬體均衡發展的新媒體觀將是下一世紀教學媒體發展的必然趨勢。以往偏重硬體設備，強調製作技術的媒體教學觀，必將隨「視聽教育」這一名詞的功成身退而逐漸淡出。爲了要使教學媒體在下一世紀的應用能落實，本文提出以下五項看法：

一、在師資培育過程中，革新有關「教學媒體」課程的內容

目前在師資培育的學程中，教學媒體一科大體還是以教授傳統的媒體製作爲主。從透明投影片、幻燈片、以至錄影帶、錄音帶的製作，未來師資所學到的只是一些皮毛的傳統製作技術，因此在

「教學媒體」課程中加強電腦教學軟體發展正確理念的培養，並且教導未來師資如何在媒體教學過程中充份運用超文、互動、以及適性等功能是絕對必要的。而要革新「教學媒體」的課程，現今可能的最大問題是電腦多媒體教材的不足以及缺乏電腦科技與媒體教學觀念相結合的適當教材（「電腦輔助教學」一類教科書並不適合）。對於這兩項問題，本文提出以下建議：

(一)「教學媒體」課程內容的重新規畫

在預測下一世紀教學媒體將全面電腦化的前提下，「教學媒體」課程必需全面重新規畫。以目前透明投影片、幻燈片、以至錄影帶、錄音帶等的製作為主的教學內容，必需溶入以電腦為主體的新媒體觀念與技術。實際上，上述如透明投影片等的傳統媒體製作技術，目前已可完全由電腦取代。因此除了培育未來師資具備基本的媒體設計與製作理念，更應使其等有能配合電腦科技整合各種傳統媒體，以發揮超文、互動、以及適性功能，應是課程改革的目標。

(二)師資培育機構應積極充實電腦多媒體軟體資料

許多教學單位花費鉅資購買電腦設備，但並不積極充實相關軟體，或是不知如何充份利用這些設備的功能發展軟體，最後這些電腦設備只發揮了文書處理的功能。因此努力充實具有超尋找、互動、以及適性功能的多媒體資料與充份了解設備的使用方法是非常重要的。

(三)選擇整理相關文獻

有關電腦教學的文獻多如牛毛，教學者可從其中過濾出與媒體教學相關者加以整理，以充實「教學媒體」的教材，使未來師資能對電腦媒體的獨特功能有更深一層的認識。能對電腦媒體的功能充份了解，即使無法自行發展多媒體教材，也將增

強判斷一套多媒體資料品質好壞的能力。否則教師們在資訊的茫茫大海中採訪選購優良的媒體資料以供教學使用亦是十分困難的。

(四)充份利用網路資源

並不是所有的師資培育體系均有充足的經費充實的電腦媒體的軟、硬體資源以供教學使用。這種情形尤以初等教育師資培育體系最爲明顯。在這種情況下，國際網路中急速發展的多媒體資料可加以充份利用。

二、在實際教學環境中，建立專業媒體服務的觀念

在實際的教學環境中，已在學校服務的老師，其過去在師資培育的過程中，多數並沒有機會接受到新媒體應用的正確觀念，而目前中等學校所舉辦的一些短期媒體教學講習，對教師實際幫助並不大（王健華，民84）。因此學校的媒體服務單位（一般習稱爲視聽中心）是最有機會經常面對教師、提供教學媒體相關資訊、也是最影響媒體教學發展的單位。

在國外，尤以美國，早在1990年以前，學習資源(learning resources)的觀念即在許多大學媒體服務的經營實務中蓬勃展開(Schmidt, 1987)。學習資源的觀念澈底打破了原來媒體中心以視聽製作與器材服務爲主的經營理念。

以此一新觀念爲主軸的媒體服務機構，其名稱以及結構或有不同，但基本上均具有如下幾項特性：

1. 在觀念上強調「教學設計」、「適當應用媒體」的重要性，而不是早期所謂的「有先進的視聽設備就能增強教學效果」。
2. 在作法上由被動的器材出納管理以及接受委託製作改爲主動的提供媒體教學專業諮詢以及教育訓練。
3. 在發展上造就了資訊科技與教學媒體的結合。

這些特性，造就了美國在資訊科技與教學科技之良性互動，尤

其是在相關軟體方面的飛速發展。

反觀國內，媒體服務的發展狀況卻與國外大異其趣。由於「視聽教育」一詞開始使用之年代甚早，也許因此教學單位中主持媒體服務之機構，多年來以視聽中心或視聽教育館為名者甚多。依據陳梅生（民81）之說法，當這些視聽單位成立之初，無論以外援、政府補助或視聽服務單位執行之方向觀之，均是以購置器材、訓練教師使用視聽設備等為主。以現在的觀點論之，早期之視聽中心據以行之之理論應確可歸類於當時之「媒體派典」。時至今日，許多學校的媒體服務單位仍以引進新器材為發展目標。

新而昂貴媒體的不斷引進，只是反應了國內經濟的發展。事實上，許多學校的媒體服務單位，至今仍以傳統的器材服務為主，能夠真正掌握教學媒體新方向的，則未有所聞。視聽教育的理念被引進國內已四十多年，然而時至今日，當國內教學科技的理論散播(dissmination)已漸能迎頭趕上派典變遷之時（例如：教育資料科學研究所教學科技組的設立），但實踐教學科技理論的重鎮，在高等教育機構中，不論其名為「視聽中心」、「視聽教育館」、或其他名稱，其服務確多仍停留在「媒體派典」繼續以經營器材服務為主而造成理論與實務脫節。（王健華，民81，民83）。

而在初等教育及中等教育的環境中，情形可能更不如高等教育。許多學校根本沒有相關的媒體服務機構，少數的幻燈機、投影機等設備，可能是指派特定老師負責，而電腦教室又是由另外的老師負責。完全沒有推廣媒體教學的專責機構，將使媒體教學的新觀念無從傳播。

因此建立媒體服務專業機構與培養媒體服務專業觀念，主動推廣媒體教學，並隨時提供對在校教師媒體教學教材發展與應用的諮詢服務，將對新一代教學媒體的應用成效產生深遠的影響。

三、在教育體系中，推廣廣義「媒體」的定義

廣義的「教學媒體」涵蓋的範圍極廣，在硬體方面，舉凡用以

傳播教學資源的，從複雜如電腦，其次如電視、電影，再其次如幻燈片、投影片，以至於教學者本身，都是可以利用的媒體（李宗薇，民80）；在軟體方面，舉凡文字、圖像、動畫、語言、音樂等皆是。Salomon (1979)亦曾解釋「媒體」為「可滿足獨特心智〔思唯〕功能的獨特呈現方式。對於教學媒體，他更提到『對教學有決定性影響的其實是符號系統而不是訊號傳遞的科技。除此之外，Salomon 並建立了一套媒體屬性理論(media attributes theory)，內容強調教學的成效端視媒體（硬體）所傳遞(carry)的符號系統。不同的媒體（硬體）有著不同的屬性(attribute)，而不同的屬性適合傳遞不同的符號系統。然而長久以來媒體一詞在一般人的印象中多是指有形的硬體。今後如能有效引伸Salomon的論點，使教育工作者能在觀念上認同電腦為一種新興的媒體（硬體），並在應用上了解其所傳遞符號系統（軟體）之特性，（即超文、互動、以及適性等三大功能），則媒體教學在傳統視聽教育逐漸褪色之後，應仍有廣大的發展空間。

如果教育工作者能接受此一廣義的媒體定義，或許對修正長久以來的教學科技化情結有正面效應，也將對下一世紀教學媒體持續的發展有所助益。

四、在教材設計的過程中，推動媒體專家、教學設計專家、以及學科專家的相互配合

如同一般人認為教學媒體僅是硬體設備，大家普遍認為設計教學媒體的專家一定熟悉操作各種視聽設備；以往要有拍照與暗房技巧，如今更需相當程度的電腦程式寫作能力。但一位熟悉各種視聽器材使用與操作技術的專家，並不代表其有能力設計有效的教學軟體，更不代表其對於所有學科都能專精。一個有效而經濟的媒體教學教材是需要媒體專家、教學設計專家、以及學科專家的相互配合才有可能達成的：媒體專家專精一種或數種媒體器材的操作、教學設計專家專精如何適當運用媒體設計有效的教材以及評估教材的教

學效果、而學科專家專精於所要教授的學科內容。

電腦教學教材的設計，一向被認定具有科技專業性，因此一般都認為設計電腦教學教材必需由精通電腦的專家來負責。但是如果以上述媒體教材設計的角度來看，電腦專家扮演的只是「媒體專家」的角色，完整的電腦教學教材設計過程，一如其他媒體教材，仍然需要教學設計專家以及學科專家的合作。

五、在研究的領域中，以形成性評鑑 (formative evaluation) 代替媒體比較研究 (media comparison studies)

學術的研究，是理論發展的重要依據。Heinich (1984) 曾提出教學科技屬於應用科學的範圍，因此在教學科技的領域中，應以決策性的研究 (decision-oriented research) 為主，而不是如同教育心理學領域以結論性的研究 (conclusion-oriented research) 為主。依此觀點，有關教學媒體的研究，也應以決策性的研究為方向。在1980年代，Kulik, et al., (1983, 1985) 曾以後設分析 (meta analysis) 的方式來比較電腦教學與傳統教學的優劣。然而Clark (1985, 1986) 批評此種媒體比較的研究並無實際意義。他指出，任何一種新的媒體設備都不會比其他既有的媒體設備有更好的教學效果，除非是藉由此新媒體所傳遞的訊息能充份發揮其獨有的特性 (attributes)。因此研究的重點應是媒體教材的內容屬性而非媒體本身。

本文亦建議今後有關教學媒體的研究，應以電腦教學教材內容的發展與電腦媒體特殊功能的發揮為主。而研究的方法則建議採行形成性評鑑法。這種以循環檢討的方式來逐步改進教材的教學效果。在執行形成性評鑑的過程中，除了量的資料分析之外，還可加運用訪談、討論、觀察等質的方式來進行。這種研究方法是典型的決策性研究，研究的結果可以直接用於決定教學方法與策略。如此則可避免再度落入以實驗設計的方式來比較媒體教材優劣的窠臼。

柒、結 語

電腦科技的發展，已使媒體教學的領域產生了前所未有的衝擊。目前國內一般教育體系似乎將電腦教學視為資訊科技的一部份，而未能將電腦視為一種教學媒體。事實上，「利用電腦來教學以顯示教學科技化」與「充份應用電腦媒體的特殊功能以增進媒體教學的效果」是兩種完全不同的觀念。教學科技化強調的是科技發展對教學產生的影響，這是科技的觀點，教育是工具；而媒體教學電腦化強調的是利用電腦創造新而有效的教學方法，這是教育的觀點，科技是工具。數位科技殆無疑問地將使多媒體電腦取代傳統類比的視聽媒體而成為教學媒體的主流。如何使國內教育體系能以教育的觀點而不是以科技的觀點來發展電腦教學，將是下一世紀媒體教學是否能陸續發展的重要關鍵。

參考文獻

- 王健華（民81）。從教學科技派典變遷談媒體服務觀念與內容的革新。教學科技與媒體：4期，22-29頁。
- 王健華（民83）。媒體服務革新的執行方式與研究方法。教學科技與媒體：14期，26-32頁。
- 朱則剛（民83）。教育工學的發展與派典演化。台北，師大書苑。
- 李宗薇（民82）。教學媒體與教育工學。台北：師大書苑。
- 陳梅生（民81）。我國視聽教育的演進與發展（上）。教學科技與媒體：創刊號，3-11頁。
- 陳梅生（民81）。我國視聽教育的演進與發展（下）。教學科技與媒體：2期，3-11頁。
- Association for Educational Communication and Technology (1977). *The definition of educational technology*. Washington, DC: AECT.
- Clark, R. E. (1985). Confounding in educational computing research.

Journal of Educational Computing Research, 1, 137-148.

- Clark, R., & Salomon, G. (1986). Media in teaching. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed.). N. Y.: Macmillan. 464-478.
- Heinich, R. (1984). The proper study of instructional technology. *Educational Communication and Technology Journal*, 32, 67-87.
- Kulik, J. A., et al. (1983). Effectiveness of computer-based teaching on secondary school students. *Journal of Educational Psychology*, 75, 19-26
- Kulik, J. A., Kulik, C-L., & Bangert-Drowns, R. L. (1985). The importance of outcome studies: a reply to Clark. *Journal of Educational Computing Research*, 1, 381-387.
- Laurillard, D. (1993). *Rethinking university teaching: a framework for the effective use of educational technology*. London: Routledge.
- Saettler, P. (1990). *The evolution of American educational Technology*. Englewood, Colorado: Libraries Unlimited, Inc.
- Salomon, G. (1979). Media and symbol systems as related to cognition and learning. *Journal of Educational Psychology*, 71, 131-148.
- Schmidt, W. D. (1987). *Learning resources programs that makes a difference: a source of ideas and models from exemplary programs in the field*. Washington DC.: Association for Educational Communications and Technology.