
行動科技融入自然科學學習之經驗分享

黃昭銘* 張至文 汪光懿 鄭文玄

宜蘭縣立中山國民小學

壹、前言

資訊科技的突飛猛進，改變現代人的生活模式，特別在教育學習方面的應用，藉由資訊科技的協助讓原本的學習歷程得以突破時間與空間的限制，伴隨著網路科技讓學習不再是單向式的學習，進而提昇到互動式的學習模式；近年來行動科技融入教學應用，更是落實學習者資訊隨手可得，隨時隨地盡情的學習(陳祺祐 & 林弘昌, 2007; 劉仲鑫 & 陳威宇, 2009; 羅景瓊 & 蘇照雅, 2009)。行動科技無遠弗屆的發展與無線傳輸科技快速發展，例如 RFID、藍芽、GPS 定位、物聯網(Internet Of Thing, IOT)的概念、大數據(Big Data)；結合兩者即時性與主動性優勢的學習模式，所發展「無所不在的學習」(Ubiquitous learning, U-learning)概念逐漸廣泛應用在日常生活與學習之中(李建億 & 朱國光, 2007; 劉繼仁 & 黃國禎, 2009)。

由於「滑」世代的來臨，這些數位原住民學生(digital natives)(Prensky, 2001, 2001; 余民寧, 2013)在學習風格與方式都有別於以往的學生，身為數位移民(digital immigrants)的老師如何善用這些行動資訊

科技並針對這些學生的學習模式，發展出行動學習融入課程則將是未來的挑戰之一。本文主要探討如何將無所不在的學習概念融入到自然科學課程設計之經驗分享，透過資訊科技的協助提供學生更真實的學習情境，並藉由探究式教學的方式讓學生主動建構知識，培養學生後設認知能力與學習達成教學目標。

貳、資訊科技融入教學

回顧資訊科技在教育上的應用從早期的電腦輔助教學(Computer Assistant Instruction, CAI)、隨著網路科技而進入網路學習、現階段無線傳輸技術大躍進所推動的行動學習(Mobile Learning, M-Learning)到未來趨勢的無所不在的學習(Ubiquitous Learning, U-Learning)，從資訊科技的發展與資訊融入教育上的應用來看兩者之間的發展有著密切的關係。從資訊融入教學的規劃方式 CAI 時代來看教師主要是利用電腦來播放多媒體教學內容為主，隨著網路化的世界來臨，透過網路學習提供非同步化的學習經驗與機會，行動載具的問世更是突破原本存在於學習的空間與時間的限制(Kynaslahti, 2003)，無線傳

*為本文通訊作者

輸科技的發展提供資訊立即性、主動性的傳輸與處理，提供更具互動性的學習機會。

近年來行動科技的蓬勃發展，相關周邊設備不斷推陳出新，U-learning 的概念融入教學應用上提供更情境化的學習環境與機會，藉由情境感知(Context-Awareness) (Hwang, Tsai, & Yang, 2008)協助學習者能融入學習環境，主動發現問題與尋求問題解決策略，擴大學習的深度與廣度，提升學習者的學習動機與熱情，享受學習過程的歷程與成果(劉繼仁 & 黃國禎, 2009)。

參、科學學習

依建構主義者的解釋，科學學習的過程中先備概念與知識結構是非常重要的，特別是在較高階的知識獲得，與學科概念的組織上(Anderson, 1992; Bodner, 1986; Tsai, 1998)。建構主義者的理論主要是將學習的重心放在學習者身上，希望透過良好設計的教學環境，讓學習者與這個環境交互作用來進行學習，建立起符合科學社群認同的知識。依照 Piaget 的看法(Wadsworth, 1989)，我們可以瞭解學習的發生，就是學習者與環境交互作用下的結果，亦即學習者透過自身的感官經驗來探索周遭所發生的種種自然現象。例如「觀察」，即是一個基本的學習方式，幫助學習者透過視覺來形成知識(Mishkin & Appenzeller, 1987)。

對於這些學習者在進入學校前自身所形成的感官經驗知識，我們通稱為「先備知識」(Prior knowledge)，在科學學習過程

中學習者的先備知識(Prior knowledge)是影響學習最重要的因子之一(Ausubel, Novak, & Hanesian, 1978; Pintrich, Marx, & Boyle, 1993; Tsai, 1999)。

除了先備知識影響科學學習之外，學者也提出學生對科學觀(views of science) (Songer & Linn, 1991)的看法，或是學生對知識認知的信仰對於學生在學習科學歷程中的影響(epistemological beliefs) (Tsai, 1998)或是科學本質(Nature of Science) (Huang, Tsai, & Chang, 2005; Lederman, 1992; Tsai, 1998)。此外科學知識的行程往往透過是科學社群所建立的共識所生成，這些共識則是科學社群透過研究、資料收集與分析、辯證歷程所形成。因此如果能在科學學習歷程中除了科學概念學習之外，協助學生對於科學本質探究歷程理解有助於提升學生的學習成效(Chiang, Yang, & Hwang, 2014)。

肆、行動學習科技

隨著行動資訊科技蓬勃發展，以及網路傳輸技術提昇，大大改變現代人生活模式與學習方式，尤其在教育方面的影響更是深遠(教育部, 1998; 劉仲鑫 & 陳威宇, 2009)，透過行動科技的輔助將原來受限的學習環境延伸到無線的空間，打破空間上的限制，進而推動終身學習的概念(李華隆 et al., 2004; 羅景瓊 & 蘇照雅, 2009)。

行動學習具有的機動性、即時性等優勢在教學與學習的上提供更多應用的機會與模式，針對行動學習本質與價值有三

點：1. 便利性 (convenience)、2. 權宜性 (expediency)、3. 立即性 (immediacy) (Kynaslahti, 2003)。吳明隆(2011)針對行動學習與以往的數位學習進行分析，指出行動學習的特色有：1. 具有高度可攜性、2. 個別化的特性、3. 可利用性、4. 連接性與 5. 社會互動。

行動學習在學習者的學習歷程輔助上則可以 1. 滿足學習需求的迫切性、2. 提供學習者知識取得的主動性、3. 學習環境的機動性、4. 增進學習過程的互動性、5. 提供具情境化的教學活動、6. 教學內容與知識的整體性(吳明隆, 2011)。

隨著網路科技進步與無線傳輸感應器的應用，例如物連網概念(Internet of Thing, IOT)、無線射頻辨識系統(Radio Frequency Identification, RFID)藍芽傳輸，藉由這些無線傳輸科技的應用提供即時性的資訊，與提供情境感知訊息，透過雲端運算的方式進行資料分析，提供更快速、更便利的資訊收集與分析應用，這些科技除了在生活技的應用提供我們更便利的生活品質(劉麗惠, 2013; 賴盈勳 et al., 2013)。在教育應用上藉由行動學習科技的輔助，結合課程規劃進行教學，提供學生個人化的鷹架與支持、合作學習與同儕學習機會、更真實的學習環境與適性化的學習過程，透過觀察與實際體驗真實世界的情境，以及完整的學習歷程檔案，協助教師進行即時性教學診斷與補救教學，並藉由情境感知(Context-Awareness)協助學習者能融入學習環境、主動發現問題與尋

求問題解決策略，擴大學習的深度與廣度，進行獨立思考與後設認知學習，協助學習者建構個人的知識，藉此提高學習動機與學習成就，提升學習者的學習動機與熱情，享受學習過程的歷程與成果(Chu, Hwang, & Tsai, 2010; Jeng, Wu, Huang, Tan, & Yang, 2010; 黃昭銘, 張至文, 鄭文玄, & 汪光懿, 2016; 黃國禎, 2012; 劉繼仁 & 黃國禎, 2009)。

伍、行動科技教學應用

行動學習科技蓬勃發展，讓許多資訊業者看到了商機，例如 Google 公司在 2013 正式推出 Google Glass 穿戴式載具(handheld device, wearable device)(劉麗惠, 2013)，這些穿戴式科技不斷推陳出新，漸漸與我們的日常生活結合，不論是再健康管理、環境偵測或是運動生理追蹤，提供我們更便利輔助，並提升生活品質(劉麗惠, 2013; 賴盈勳 et al., 2013)。現段針對行動學習融入教學的策略與方式約略分成三個方式，第一、內建硬體(build-in hardware model)融入教學，第二、軟體(application applied model)融入教學模式，三、整合式(integrated model)的教學模式。內建硬體模式主要是指使用平板電腦或是智慧型手機原來照相機的攝影與錄影功能、麥克風的錄音功能或是藍芽之無線傳輸等功能。例如透過平板電腦相機的功能進行遠距視訊同步化共學課程，本校就已經與花蓮平和國小進行相關鯨豚生態環境共學課程(註 1)，透過資源共享與課程

虛實整合的活動提供學生共學合作機會(圖 1 所示)。



圖 1、遠端同步視訊共學活動

透過網路視訊共學的方式，提供兩校學生文化交流與合作學習的經驗，由於遠距教學的成功，從去年開始便著手進行跨校虛實整合的學習活動，透過原本的網路視訊課程加上實體課程共學活動，提高兩校資源共享與教師交流成長的機會。例如透過認識「校園植物」的活動讓兩校教師可以在線上進行課程講解，在透過兩校互訪的機會進行實體課程體驗(圖 2 所示)。



圖 2、跨校共學合作學習情境圖

軟體融入教學模式則是採用與行動載具相容的應用程式(app)來進行輔助教學，這類的教學透過軟體的內容呈現來進行學習，例如由於國小四年級「月亮」單元的課程的安排大約在每年新學期開學之初，一般授課時間大約在每年的八月～九月間，主要是配合中秋節慶來進行課程統整教學。依照課程需要學生需要針對月相變化進行兩個月的月相觀察記錄，但是往往這個季節已經進入東北季風的季節，這段期間的氣候較不穩定，嚴重導致學生無法完成並配合習作進行觀察記錄，所以傳統教學方式無法收到預期成效。特別是宜蘭地區該季節往往東北季風盛行，每當東北季風來臨時，會持續下雨多日導致觀察月相紀錄無法有連慣性，在課程進行時尤其是概念發展階段可能因為觀察記錄不完整對於後來概念發展較不容易進行，為了完成觀測記錄活動，提供學生在學習時的概念完整性在月相觀察則採用 Moon Globe app 協助學生完成月相變化的觀察記錄(圖 3 所示)。

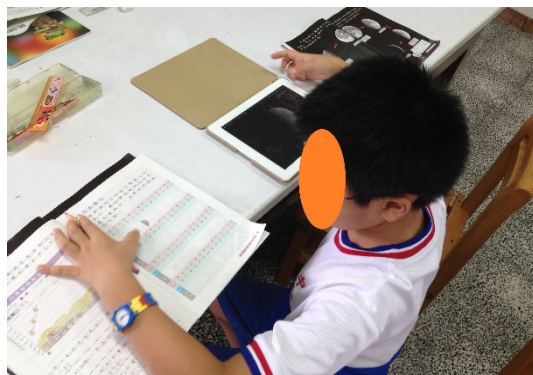


圖 3、Moon Globe app 月相觀察活動

此外，月相單元往往較抽象學生對於地球科學方面與天文方面的巨觀觀察經驗較少，無法透過有限的認知能力進行複雜的抽象思考，學生概念學習成效也會有所限制。因此為了提昇每次教學活動學生的學習成效，在每堂課程活動適時進行教學診斷評量與補救教學，透過 Nearpod app 類似廣播軟體的功能，教師在不同的教學活動中安排評量題目，利用 Nearpod 即時性的教學評量診斷功能提供教師立即性的診斷資料，藉此評估學生學習成效，與提供補救教學(圖 4 所示)。

為了評估月相觀察課程學習成效進行實驗分組，實驗組的學生接受行動學習融入課程教學活動，控制組則是接受傳統課程教學活動，兩組學生進行前、後測然後進行 ANCOVA 統計分析，結果如表 1 所示。

研究結果顯示實驗組對於提高科學概念的獲得與降低另有概念數與控制組相



圖 4、即時性教學診斷

比達顯著差異，顯示行動學習融入教學相較傳統教學方式方式可以協助學生獲得更多科學概念，而控制組在接受傳統教學方式對於科學概念數的提升不顯著，但是對於另有概念數的增加相較實驗組卻是顯著，換言之，行動學習融入的教學方式對於學生的後設學習可能有幫助，尤其對於學習目標的達成有正向的影響。此外，對於迷思概念數的降低，實驗組與控制組的差異不顯著，顯示兩種教學方式對於降低迷思概念上都有幫助(註 2)。

表 1. 月相觀察實驗組與控制組前、後測共變數分析(ANCOVA)結果一覽表(n=88)

	實驗組(n=42)		控制組(n=46)		ANCOVA	
	前測	後測	前測	後測	F(1, 85)	d
	Mean	Mean	Mean	Mean		
	(SD)	(SD)	(SD)	(SD)		
科學概念	0.26 (0.543)	0.86 (0.751)	0.15 (0.42)	0.19 (0.401)	25.775***	1.11
另有概念	0.21 (0.415)	0.23 (0.431)	0.28 (0.688)	0.63 (0.531)	14.351***	0.82
迷思概念	0.42 (0.547)	0.09 (0.37)	0.65 (0.525)	0.22 (0.467)	3.581	0.31

*** $p < .00$ Cohen's $d = M_1 - M_2 / S_{\text{pooled}}$ (S_{pooled} = pooled Standard Deviation, S_{pooled})

整合式模式則是各家硬體廠商為利用行動載具的便利性與即時性，結合雲端運算、GPS、大數據概念，同時開發出相關軟硬體套件，藉由感應器連結行動載具並配合所開發的軟體進行資料的收集、運算分析與呈現。在實際課程規劃與應用上可以結合社會議題並採用探究式學習的方式引導學生進行問題討論、規劃實驗活動、資料收集與分析。

表 2 為本次課程「食安大調查」課程規劃，活動設計主要針對近年來食安問題危害健康，因此希望透過科技輔助探討食安問題，調查紀錄日常生活中在各地大賣場、傳統市場販售所食用的蔬果為主要探討對象，分析紀錄蔬果中的殘留的硝酸鹽類的含量多寡，在教學活動是利用環境檢測器透過穿刺的方式來讀取蔬果中的硝酸鹽殘留量，配合行動載具與對應 app 來呈現資料(圖 5 所示)(註 3)。由於操作方便，而且分析後可以結合 GPS 來進行資料定位，在課程延伸方面則可以提供野外調查相關課程。



圖 5、紅蘿菠硝酸鹽（農藥）殘留量測量與記錄

現階段國小自然課程規劃並沒有操作顯微鏡的課程，四年級部分學生的認知發展未達到形式操作期，加上對於微觀世界的觀察經驗較少，無法透過有限的認知能力進行複雜的抽象思考，進而認識生物的細部構造觀察與理解顯微世界，例如植物輸導功能，傳統式方式主要是利用芹菜放入紅色染劑來觀察維管束將水從根部運送莖與葉，若要進行深入探究則需要透過顯微鏡的協助方能協助學生進行觀察學習。

表 2、食安問題大調查課程活動規劃一覽表

活動名稱	活動內容	教學器材	活動時間
食安問題知多少	介紹硝酸鹽的影響	電腦、投影機	15 分鐘
小偵探	形成探究主題	iPad	15 分鐘
	小組討論簡報	Apple TV、投影機	10 分鐘
樣本收集與採購	採購與介紹樣本	學校附近大賣場與傳統市場	40 分鐘
資料收集與分析	進行實驗	硝酸鹽檢測器、iPad	80 分鐘
結果報告	各組成果簡報	iPad Apple TV、投影機	40 分鐘

自然科教學強調自然科教學強調直接經驗(方崇雄 & 張玉山, 2003; 王佩蓮, 2001), 透過互動的方式進行概念學習。為提供學生進行顯微世界觀察的經驗, 因此嘗試採用結合平版電腦與外接式顯微鏡進行微觀世界觀察與紀錄, 發展出「魔鏡！」

魔鏡！」課程(註 4), 課程規劃請參閱表 3。透過課程規劃導入科學史課程讓學生對於科技與科學發展有深入的認識與理解, 協助學生探索校園植物並進行採樣、玻片製作與觀察(圖 6 所示), 並紀錄在顯微鏡下所發現的世界(圖 7 所示)。

表 3、「魔鏡！魔鏡！」課程活動規劃一覽表

活動名稱	活動內容	教學器材	活動時間
猜猜我是誰	提供朱槿花雌蕾構造引起動機	iPad、生物顯微鏡 Apple TV、投影機	10 分鐘
顯微鏡的歷史	顯微鏡科學發展 歷史介紹	iPad Apple TV、投影機	15 分鐘
大顯身手	介紹生物顯微鏡使用與玻片製作	iPad、Apple TV、 生物顯微鏡	15 分鐘
小小偵探員	校園植物標本收集 玻片製作	剪刀、iPad、 生物顯微鏡	20 分鐘
綜合活動	完成觀察紀錄 各組成果簡報	iPad Apple TV、投影機	20 分鐘



圖 6、生物顯微鏡與校園植物觀察與紀錄

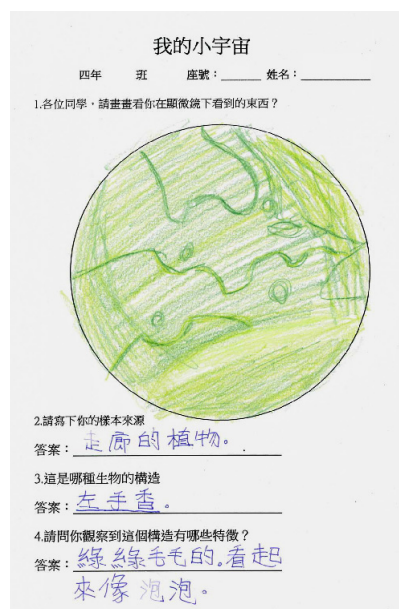


圖 7、「我的小小宇宙」校園植物觀察與紀錄學習單

陸、結語

行動科技在教育上的輔助有著正面的影響，在教學上協助教師提供多元化的學習模式，例如同儕合作學習、探究式學習，在知識概念的教學方面提供學生更完整的學習內容，與真實的情境感知環境，協助學生將知識概念與生活知識進行連結，達成有意義的學習。此外，透過行動科技操作的便利性、雲端運算功能與大數據資料存取的優勢，減少學生機械性操作的時間，讓學生更專注在科學探究歷程，例如問題討論、概念的討論與辯證歷程、資料判讀與分析、分工合作與任務分配與組織協調等活動。

面對「滑」世代的來臨，如何針對這些數位原住民學生(digital natives)(Prensky, 2001, 2001; 余民寧, 2013)的學習風格與模式設計出生動活潑的教學活動，是身處在第一線教學現場的數位移民的老師未來的挑戰之一(Lai, Hwang, Liang, & Tsai, 2016)。教師的專業能力，特別是資訊素養與能力與課程創新應用能力，在未來將扮演更加重要的角色，教師若能善用資訊科技輔助發展創新教學活動(黃昭銘, 石賢明, 宋順亨, & 林旻增, 2016)，提供學生更真實的學習情境，對於提高探究式教學成效，培養學生主動建構知識動機與能力、後設認知能力，達成教學與學習目標有正向的提昇。

柒、備註

註 1：詳細課程規劃請參閱：黃昭銘、李

思明、魏月霞、鄭文玄、汪光懿(2014)。教室連結-行動科技應用分享與效益檢討。載於「2014 十二年國民基本教育偏鄉地區有效教學之對話與實踐研討會」發表之論文。花蓮：慈濟大學。

註 2：相關研究發表資料請參閱：黃昭銘、張至文、鄭文玄、汪光懿(2016)。行動科技融入自然科教學-以月相變化概念發展為例。教育科技與學習，4，頁 1-22。

註 3：詳細課程規劃請參閱：黃昭銘、陳樹德、鄭文玄、張至文(2015)。結合行動科技與探究式教學應用分享-以自然科教學為例。載於「台灣教育傳播暨科技學會」2015 年國際學術研討會」發表之論文。台北：國立台灣大學。

註 4：詳細課程規劃請參閱：黃昭銘、張至文、鄭文玄、林明怡、宋順亨、魏月霞(2016)。行動科技融入自然探索課程-以「魔鏡！魔鏡！」課程為例。載於「2016 教育創新國際學術研討會：教育實驗、轉型與發展」發表之論文。新竹：新竹教育大學。

參考文獻

- 方崇雄、張玉山(2003)：九年一貫生活科技之教學活動設計。研習資訊，20，63-70。
- 王佩蓮(2001)：資訊融入自然與科技領域教學。教師天地，112，59-64。
- 余民寧(2013)：新數位時代下的學習新提案。教育人力與專業發展，30(5)，3-12。

- 吳明隆(2011)：以數位化行動學習迎接新挑戰。**T&D 飛訊**，124，1-21。
- 李建億、朱國光(2007)：數位化學習環境新趨勢。**國教之友**，58，8-16。
- 李華隆、徐新逸、周立德、劉子鍵、鄧易展、李明裕(2004)：**Meeting tomorrow's technology in education—專題式學習應用在行動學習的教學活動設計**。第二屆政大教育學術論壇「另類與創新～台灣本土教育經驗再出發」。台北市：國立政治大學教育學系。
- 教育部(1998)：**國民教育階段九年一貫課程總綱綱要**。台北：教育部。
- 陳祺祐、林弘昌(2007)：行動學習在教育上的應用與分析。**生活科技教育月刊**，40，31-38。
- 黃昭銘、石賢明、宋順亨、林旻增(2016)：行動科技融入體育課程規劃-以樂樂棒揮棒教學為例。**電腦科學與教育科技學刊**，6，13-26。
- 黃昭銘、張至文、鄭文玄、汪光懿(2016)：行動科技融入自然科教學-以月相變化概念發展為例。**教育科技與學習**，4，1-22。
- 黃國禎(2012)：行動與無所不在學習的發展與應用，**T&D 飛訊**，141，1-16。
- 劉仲鑫、陳威宇(2009)：**行動學習實驗系統之研究**。數位科技與創新管理研討會(2009)，台北：華梵大學。
- 劉麗惠(2013)：穿戴式科技夯 引爆台廠商機。**貿易雜誌**，265，54-57。
- 劉繼仁、黃國禎(2009)：認識數位學習典範轉移的關鍵一步：朝向環境感知與無所不在學習。**成大研發快訊**，10，1-5。
- 賴盈勳、馬奕葳、林偉益、蔡文昌、陳俊良、賴謹峰(2013)：**基於可穿戴式鞋型模組於行動照護及娛樂服務應用**。第十二屆離島資訊技術與應用研討會，金門：金門大學。
- 羅景瓊、蘇照雅(2009)：縮短城鄉數位落差—從數位學習到行動學習。**生活科技教育月刊**，42，96-108。
- Anderson, O. R. (1992). Some interrelationships between constructivist models of learning and current neurobiological theory with implications for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 1037-1058.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63, 873-878.
- Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H., & Hwang, G. J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Educational Technology & Society*, 17, 352-365.
- Chu, H. C., Hwang, G. J., & Tsai, C. C. (2010). A knowledge engineering approach to developing mindtools for context-aware ubiquitous learning. *Computers & Education*, 54, 289-297.
- Huang, C.-M., Tsai, C.-C., & Chang, C.-Y. (2005). An investigation of taiwanese early adolescents' views about the nature of science. *Adolescence*, 40, 645-654.
- Hwang, G. J., Tsai, C. C., & Yang, S. J. H. (2008). Criteria, strategies and research issues of context-aware ubiquitous learning. *Educational Technology & Society*, 11, 81-91.
- Jeng, Y.-L., Wu, T.-T., Huang, Y.-M., Tan, Q., & Yang, S. J. H. (2010). The add-on impact of mobile applications in learning strategies: A review study. *Educational Technology & Society*, 13, 3-11.
- Kynaslahti, H. (2003). In search of elements of mobility in the context of education. In H. Kynaslahti & P. Seppala (Eds.), *Mobile learning* (pp. 41-48). Finland: IT Press.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.
- Lai, C. L., Hwang, G. J., Liang, J. C., & Tsai, C. C. (2016). Differences between mobile learning environmental preferences of high school teachers and students in

- Taiwan: A structural equation model analysis. *Education Tech Research Dev*, 64, 533-554.
- Mishkin, M., & Appenzeller, T. (1987). The anatomy of memory. *Scientific American*, 256, 80-89.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63, 167-199.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the Horizon*, 9, 1-6.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 2: Do they really think differently? *On the Horizon*, 9, 1-9.
- Songer, N. B., & Linn, M. C. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration? *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 761-784.
- Tsai, C.-C. (1998). Science learning and constructivism. *Curriculum and Teaching*, 13, 31-51.
- Tsai, C.-C. (1999). The progression toward constructivist epistemological views of science: A case study of the sts instruction of taiwanese high school female students. *International Journal of Science Education*, 21, 1201-1222.
- Tsai, C. C. (1998). An analysis of scientific epistemological beliefs and learning orientations of taiwanese eighth graders. *Science Education*, 82, 473-489.
- Wadsworth, B. J. (1989). *Piaget's theory of cognitive and affective development*. New York: Longman.