

提升中小學教師的 TPACK 之有效策略

陳國泰

文藻外語大學師資培育中心教授

一、前言

關於教師的教學知能，自從 Shulman (1986) 提出「學科教學知識」(pedagogical content knowledge, 簡寫為 PCK) 的相關概念後，學界已普遍認知到 PCK 的重要性，且已有相關研究發現，教師的 PCK 與學生的學習態度及學習成效呈現正相關，亦即 PCK 愈豐富的教師愈瞭解學生的學習特性，且更能運用各種讓學生有效吸收的教學表徵，因而引發學生的學習動機及探索的興趣，以及使學生更易於理解與吸收學習內容，進而提升學習成效 (陳國泰，2012；謝甫佩、洪振方，2005；Mohr, 2006；Rohaam, Taconis, & Jochems, 2010)。然而，近年來，隨著教育科技支援教學的重要性大大提升之後，教師如何在 PCK 之中加入運用教育科技的知能，以彰顯教學成效，又漸漸成為研究的焦點，而有所謂「科技學科教學知識」(Technological Pedagogical And Content Knowledge, 簡寫為 TPACK) 的產生，且相關研究亦已發現其影響教師的教學成效甚鉅 (張世忠，2012；盧建勳，2003；Chen & Jang, 2014；Jang & Tsai, 2013；Mishra & Koehler, 2006；Thompson & Mishra, 2007)。是故，如何提升中小學教師的 TPACK，進而提升其教學成效，實頗值得探究。

二、TPACK 的意義、內涵與發展

(一) TPACK 的意義：從 PCK 到 TPACK

所謂 PCK，Shulman (1986, 1987) 及其他研究者 (陳國泰，2010；張世忠，2010；Cochran, DeRuiter, & King, 1993；Mohr, 2006；Rohaam, Taconis, & Jochems, 2010) 認為，是指教師為有效將特定學科內容傳授給學生，讓學生輕易理解學科內容，而融合教學目標知識、學科知識、學習者知識、課程知識、一般教學法知識及情境知識，以將該特定學科內容予以組織及調整，並透過解釋、示範、比喻、舉例等「教學表徵」(representation)，以呈現給學生學習的一種教學知識。

為彰顯 PCK 的意義，研究者 (陳國泰，2010) 更曾繪出 PCK 的運作歷程圖 (如圖 1)，而從圖 1 中，可以發現教師之所以能將「學科知識」轉換成「可以教的內容知識」或「(具體的) 教學策略」，乃是透過 PCK 將相關知識或因素予以統整考量與轉化，而使教師能順利將所要教授的內容，以學生較能理解與吸收的方式呈現。至於 PCK 的發展，根據近年來的相關研究 (邱憶惠、高忠增，2003；陳國泰，2007；Shulman, 1987) 發現，教師因為在「學習者知識」及「學科知識」方面的增進，加上不斷從教學經驗中進行省思，常是促進 PCK 發展的重要關鍵。

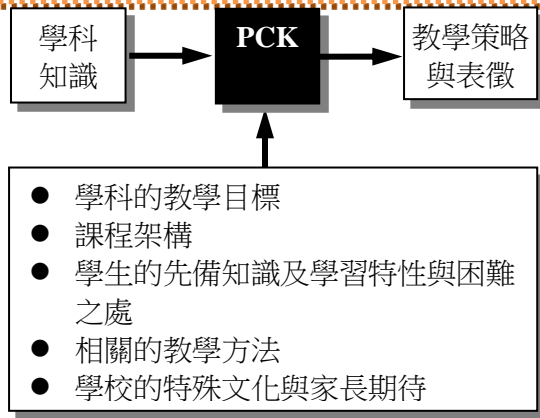


圖 1：陳國泰（2010）所繪的 PCK 運作歷程圖

關於 PCK 的發展，Shulman(1987) 在其所提出的「教學推理模式」(參見圖 2) 中曾有說明。在這模式中，教師把學科知識轉換成學生可理解的方式之過程共有六階段，其中的第一、二階段的「理解、轉換」，其實即為 PCK 的運作歷程，而第三、四階段的「教學、評量」乃由 PCK 運作後所發展出來的具體教學策略，至於第五、六階段的「反省、新理解」，則是 PCK 的發展(如圖 2 所示，「新理解」之後將直接跳到「轉換」，亦即重新轉換學科知識)。

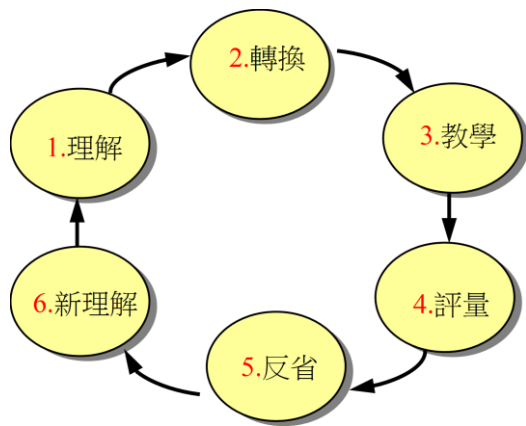


圖 2：Shulman（1987）所提出之教學推理過程示意圖

至於 TPACK，則是隨著教育科技的發達而逐漸受到教學者的重視，並將原有的 PCK 內涵予以擴充(張世

忠，2012；Jang & Tsai, 2013)。Mishra 與 Koehler (2006) 指出，當教師面對資訊科技與網際網路對教育所帶來的衝擊與新契機時，其在教學過程中，除應具備 PCK 之外，更應當具備應用科技以提升學生學習成效的能力 (Technological Knowledge, TK)。為協助教師於教學歷程中能夠有效結合 PCK 與科技知識，並及時解決可能面臨到的多元複雜的教學活動，Mishra 與 Koehler (2006) 將 TK 的概念融入於原有 PCK 概念中，而將 PCK 修改為「科技學科教學知識」(Technological Pedagogical And Content Knowledge, 簡寫為 TPACK, 示意圖如圖 3)，且認為身處數位時代中的教師應當考量到七種知識，方能有效運用教育科技進行教學，此七種知識分別為學科知識 (Content Knowledge, CK)、教學法知識 (Pedagogical Knowledge, PK)、科技知識 (Technological Knowledge, TK)、學科教學知識 (Pedagogical Content Knowledge, PCK)、科技學科知識 (Technological Content Knowledge, TCK)、科技教學知識 (Technological Pedagogical Knowledge, TPK)，以及整合前述各項知識而成的科技學科教學知識 (Technological Pedagogical And Content Knowledge, TPACK)。

簡言之，所謂 TPACK，是指教師為有效將特定學科內容傳授給學生，讓學生輕易理解學科內容及增進學習成效，而融合學科知識、教學法知識、科技知識、學科教學知識、科技學科知識、科技教學知識，以將該特定學科內容予以組織及調整，並透過科技的協助以有效進行解釋、示範、比喻、

舉例等「教學表徵」(representation)，以呈現給學生學習的一種教學知識。

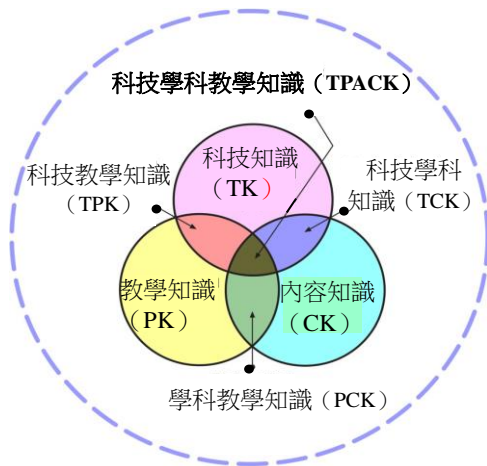


圖 3：Mishra 與 Koehler (2006) 所指出之 TPACK 示意圖

根據相關研究的發現，教師不斷嘗試將科技融入教學，並統整 TPACK 的相關內涵，除了促進其 TPACK 的發展之外，也更能達到教學目標（張世忠，2012；劉芷源，2010；蔡政宏，2012；謝麗媛，2011；Jang & Tsai, 2012, 2013; Niess et al., 2009）。

(二) TPACK 的內涵

根據前述 TPACK 的意義，可知 TPACK 的內涵包括學科知識、教學法知識、科技知識、學科教學知識、科技學科知識及科技教學知識。綜合相關研究者的觀點，其各個內涵的說明如下（張世忠，2012；劉怡甫，2010；蔡政宏，2012；顏嘉慧，2014；Jang & Tsai, 2012, 2013; Mishra & Koehler, 2006, 2009; Schmidt & Thompson, 2009）：

1. 學科知識 (Content Knowledge)

所謂學科知識，意指教師在實際教學情境中的教學內容，包括該學科領域的事實、概念，及它們之間的相互關係。教師必須了解和理解所教授學科之概念、理論與流程，同時亦需瞭解到知識的本質與可能涉及之不同領域知識層面，方能有效。

2. 教學法知識 (Pedagogical Knowledge)

所謂教學法知識，係指教師在教學活動中用得上的教學原則與策略的知識。例如，引起動機的知識、教學表徵的知識、學習評量的知識與班級經營的知識等。另外，亦包括學科教學的目標與價值的知識。

3. 科技知識 (Technological Knowledge)

此為 TPACK 中最重要的一項新內涵，係指應用相關科技時所需具備之技能，例如操作教學系統、電腦軟硬體所進行的文字處理、表單建置、瀏覽器應用或電子郵件傳遞等知識。

4. 學科教學知識 (Pedagogical Content Knowledge, PCK)

學科教學知識 (PCK) 著眼於學科知識與教學法知識之間的相互作用，是指教師為有效將特定學科內容傳授給學生，讓學生輕易理解學科內容，而融合學科知識、教學法知識、課程知識、學習者知識、情境知識，

以將該特定學科內容予以組織及調整，並透過解釋、示範、比喻、舉例等教學表徵方式來呈現給學生學習的一種教學知識。

5. 科技學科知識 (Technological Content Knowledge, TCK)

科技學科知識乃在於尋求學科知識與科技知識之相關聯繫與結合應用，係指教師運用科技知識以呈現學科知識，使師生彼此能達到預期的最佳教學與學習成效的一種知識。例如，教師透過 Youtube 影音資源或是教師自製的數位媒體教材，以使學生易於明瞭自然科學相關知識概念的一種知識。

6. 科技教學知識 (Technological Pedagogical Knowledge, TPK)

所謂科技教學知識，係指教師在教學活動中，使用科技於學科教學的知識，即教學科技應用知識。例如，教師在進行教學活動之初，可應用 TPK 建構互動系統（如部落格、討論區或測驗系統），以瞭解學生所具備之先備經驗，同時提供學生於課程進行期間及時回饋與提問。

(三) TPACK 的運作與發展

關於 TPACK 的運作與發展歷程，Niess 等人（2009）指出，教師的學科教學知識（PCK）是由教學知識（PK）和學科知識（CK）兩個元素交集而成，而隨著教師科技知識的發展，並經由認知（係指教師能夠使用

科技，並認識到可以將科技和教學內容結合，但還不能在教學中整合科技）、採納（係指教師贊成或者不贊成在教學中使用適當的科技）、適應（係指教師參與一些活動，由此教師開始選擇或者拒絕在教學中使用適當的科技）、探索（係指教師積極地在教學中整合適當的科技）與精進（係指教師不斷在教學中運用科技於教學）等五個階段，教師的科技知識與教學知識、學科知識進一步融會貫通、交互影響，而成為科技學科教學知識，是教師積極運用科技引導學生學習的一種有效知識。Niess 等人（2009）並指出，特定科技知識在 TPACK 的發展歷程中，要從某一層級轉移到下一層級，並不是有規律、持續向上的形式，而是會要求教學者重新思考它與學科內容和教學方法的適切性；在經過反思與重整之後，才可能進入下一個層級，而 TPACK 也因此獲得發展（如圖 4）。

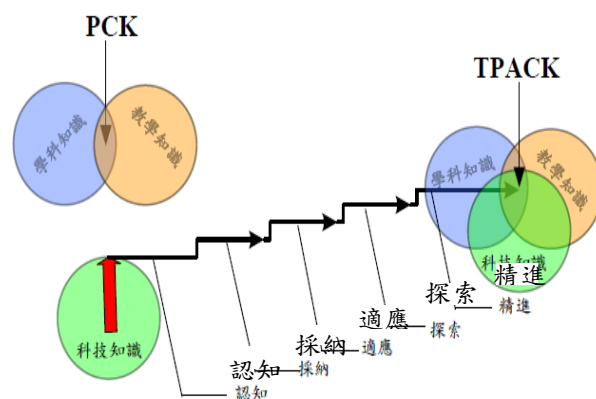


圖 4：Niess 等人所提出之 TPACK 發展歷程圖
（王玉蘭，2013）

另外，關於 TPACK 的發展，許多研究指出是教師在綜合運用 CK、PK、TK、PCK、TCK、TPK 等 TPACK 內涵時，因為在實踐的過程中，不斷進

行省思與修正，因而獲得發展（劉芷源，2010；謝麗媛，2011；蔡政宏，2012；Mishra & Koehler, 2006; Niess et al., 2009）。例如，在劉芷源（2010）的研究中，其發現個案教師因為自我反思（尤其針對「學生」在學習學科內容時的情況進行反思），而促使教學想法與做法改變，進而促使 TPACK 進一步發展。又如，謝麗媛（2011）在探討數學教師的 TPACK 運作與發展歷程中發現，教師的 TPACK 的改變與發展，是從整體教材的評估轉為更重視細微的概念，並透過多樣的教學表徵，以動態的方式呈現視覺物件、符號及算式，且提供學生嘗試錯誤的思考空間與更多參與的空間，因而更有效達成教學目標，而教師的 TPACK 也在此過程中，因為不斷思考科技的運用與教學方法及學科內容知識的搭配問題而獲得成長。

值得注意的是，在相關研究中，發現教師的 TPACK 發展歷程是先由 CK、PK 與 PCK 開始發展，之後是 TK 與 TPK、TCK 的發展，最後再形成 TPACK（唐儀君，2015；Angeli & Valanides, 2009; Chai, Koh, Tsai, & Tan, 2011），頗值得在提升中小學教師的 TPACK 時參考。

三、提升中小學教師的 TPACK 之有效策略

根據前述相關文獻探討所得，本研究提出六點提升教師的 TPACK 之有效策略，供中小學教師及相關單位參考：

（一）從學生對授課內容的知覺理解中進行教學反思

由於 PCK 或 TPACK 的發展源自於教師的教學反思（陳國泰，2012；劉芷源，2010；Niess et al., 2009; Shulman, 1987），尤其是針對「學生知覺與理解回饋」的反思，因此，教師若要提升或精進 TPACK，實須對學生的知覺理解進行教學反思。教師若要蒐集學生對授課內容的知覺理解情形，具體的做法包括：在教學中針對學生學習的情形進行（錄影）觀察、課後晤談學生、評估學生在習作或學習單的作答情形，甚至設計問卷針對學生的知覺理解情形進行施測（之後並以立意抽樣的方式訪談部分學生，以進一步瞭解學生的想法）。在教師獲得學生對授課內容的知覺理解情形之後，即可進行教學反思，而反思的內容可包括：學生在何處學習得較好？為何如此進行教學學生會學習得較好？學生在何處容易產生迷思概念或犯錯？為何如此進行教學會讓學生產生迷思概念或犯錯？

（二）增進學科知識

前述相關研究（邱憶惠、高忠增，2003；陳國泰，2007; Shulman, 1987）指出，教師因為在「學習者知識」及「學科知識」方面的增進，加上不斷從教學經驗中進行省思，常是促進 PCK 發展的重要關鍵，而由於 PCK 乃是 TPACK 中極為重要的要素，因此，教師若要提升或精進 TPACK，除從學生對授課內容的知覺理解中進行教學反思（此即增進「學習者知識」）之外，

實需要增進學科知識——此與前述唐儀君(2015)、Angeli 和 Valanides(2009) 及 Chai、Koh、Tsai 與 Tan (2011) 等研究認為 TPACK 的發展歷程是先由 CK、PK 與 PCK 的發展開始，之後是 TK 與 TPK、TCK 的發展，最後再形成 TPACK 的觀點不謀而合。至於增進學科知識的方法，可以閱讀相關書籍（例如科普叢書）與資料、參與研討課程或修習相關課程，甚至參考教學指引或教師手冊中對於相關概念的介紹。當教師增進學科知識之後，再配合其對學生學習知覺理解的教學反思，日後在運用科技進行教學時，將更能把握教學的重點。

(三) 觀摩專家教師教學及探討與瞭解其內在的思維

已有研究（陳國泰，2012；張靜儀、戴翠華，2007；Akerson & Hanuscin, 2007）發現觀摩專家教師教學（影片）及瞭解其內在思維想法，是促進教師教學知能成長的重要方法。是故，教師可多觀摩專家教師如何運用科技進行教學，並探討與瞭解專家教師運作 TPACK 各個內涵（CK、PK、TK、PCK、TCK、TPK）的邏輯思維，如此將能提升自己的 TPACK。

(四) 進行同儕教學經驗分享

許多研究者（陳國泰，2012，2017；Akerson & Hanuscin, 2007）已發現，教師同儕間的教學經驗分享，頗能提升教學知能。例如，陳國泰（2017）即讓同儕教師彼此互看對方的教學錄像影片，並彼此分享教學心

得，而提升其進行社會性科學議題（SSI）教學的 TPACK。因此，本研究建議中小學教師可以組成教師專業成長團體，彼此觀看對方運用教育科技進行教學的情形（或互看對方的教學錄像影片），之後再彼此分享與討論，以提升彼此的 TPACK。

(五) 充實教育科技知能

由於科技知識（PK）是 TPACK 的核心要素之一，且前述相關研究已指出，若要發展 TPACK，須先發展 CK、PK 與 PCK（前述四點策略即以此為主），之後再發展 TK，方能進一步發展其 TPK 與 TCK，進而提升其 TPACK。因此，教師須不斷充實教育科技知能（例如運用 PPT 簡報、網路媒體、線上即時回饋系統、即時通訊軟體等知能）。可行的方式包括：參加校內外的教育科技研習、購買參考書籍自學，或是和校內同事切磋琢磨。當教師增進教育科技知能之後，應再思考如何將所習得的教育科技與學科知識及教學知識相配合，以使學生易於瞭解教學內容；如此將有效發展其 TPK 與 TCK，進而提升其 TPACK。

(六) 教育當局應定期補助經費讓學校更新教育科技軟硬體設施及定期辦理相關研習

當教師充實 TPACK 之後，若無適當的教育科技軟硬體可供使用，將令教師備感挫折。因此，建議教育當局應定期補助經費，讓學校適時更新教育科技軟硬體設施，以及定期辦理相關研習。

四、結語

在這數位化的時代，教師如何運用科技進行教學，以提升教學效能，已是重要課題；而教師要能適切及有效運用科技進行教學，核心的關鍵在教師是否具有充足的 TPACK。本研究提出的五點提升中小學教師 TPACK 的策略，乃是探討相關學理及實徵研究後所得的結果，希望能供有心提升 TPACK 的中小學教師參考。

參考文獻

- 王玉蘭（2013）。國小數學教師科技學科教學知識與社會網絡的延展與再思：以重構教學部落格為例。國立臺灣師範大學教育學系博士論文，未出版，台北。
- 邱憶惠、高忠增（2003）。教師知識之研究：以兩位國小級任教師為例。台中師院學報，17（2），91-112。
- 唐儀君（2015）。臺北市國民小學教師在資訊科技應用於教學的 TPACK 專業知能情形之研究。國立臺北教育大學教育經營與管理學系碩士論文，未出版，台北。
- 張世忠（2010）。發展一個研究：反思模式提升國中在職科學教師 PCK 之研究。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（報告編號：NSC97-2511-S-033-003-MY2），未出版，桃園。
- 張世忠（2012）主編。數理學科教學知能（電子書第三冊）。台北：華藝數位股份公司。
- 陳國泰（2007）。學科教學知識的內涵與發展歷程：以三位國小自然與生活科技資深專家教師為例。新竹教育大學教育學報，24（1），29-60。
- 陳國泰（2010）。非本科系畢業教師的學科教學知識之內涵及其發展的影響因素之個案研究：以一位國小自然科專家教師為例。科學教育學刊，18（5），469-492。
- 陳國泰（2012）。協助國小數學資深專家教師運用認知學徒制促進生手教師的學科教學知識發展之協同行動研究。高雄：復文圖書出版社。
- 陳國泰（2017）。運用「強化學生知覺回饋系統的 EPS'R 專業發展模式」提升大學通識教育自然科學領域教師的「SSI-TPACK」之行動研究。科技部專題研究計畫報告（報告編號：MOST 105-2511-S-160-001），未出版。
- 張靜儀、戴翠華（2007）。專家教師以「認知學徒制」協助生手教師專業成長之研究。大仁學報，31，127-138。
- 劉怡甫（2010年9月20日）。從促進教師發展學科教學科技知識能力之觀點看 PCK 教師發展學科教學科技知識的思維脈絡。深耕-教與學電子報，23。資料來源：http://www.teachers.fju.edu.tw/epapers/index.php?option=com_content&task=view&id=291。

- 劉芷源（2010）。運用教師社群發展國小數學教師TPCK之行動研究。中原大學教育研究所碩士論文，未出版，桃園。
- 蔡政宏（2012）。科技內容教學知識（TPACK）理論架構對教師專業發展之啟示。資料來源：<http://www.nc.hcc.edu.tw/ezfiles/119/1119/img/805/99017.pdf>
- 盧建勳（2003）。資訊科技融入社會科主題教學之行動研究。國立中正大學教育學研究所碩士論文，未出版，嘉義。
- 謝甫佩、洪振方（2005）。國小學童對自然科教師學科教學之知覺調查研究。科學教育研究與發展季刊，38，1-16。
- 謝麗媛（2011）。國小數學教師使用萬用揭示板發展TPACK之行動研究。中原大學教育研究所碩士論文，未出版，桃園縣。
- 顏嘉慧（2014）。以學生觀點知覺教師科技學科教學知識。國立嘉義大學數位學習設計與管理學系碩士論文，未出版，嘉義。
- Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issue for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computer & Education*, 52(1), 154-168.
- Akerson, V. L., & Hanuscin, D. L. (2007). Teaching the nature of science through inquiry: The results of a three year professional development program. *Journal for research in Science Teaching*, 44, 653-680.
- Chai, C. S., Koh, J. H. L., Tsai, C. & Tan, L. L. E. (2011). Modeling primary school pre-service teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for meaningful learning with information and communication technology (ICT). *Computer & Education*, 57, 1184-1193.
- Chen, Y. H., & Jang, S. J. (2014). Interrelationship between stages of concern and technological, pedagogical, and content knowledge: A study on Taiwanese senior high school in-service teachers. *Computers and Education*, 32, 79-91.
- Jang, S. J., & Tsai, M. F. (2013). Exploring the TPACK of Taiwanese secondary school science teachers using a new contextualized TPACK model. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(4), 566-580.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017- 1054.

- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2009). Too cool for school? No Way! Using the TPACK framework: You can have your tools and teach with them, too. *Learning & Leading with Technology*, 36(7), 14-18.
- Mohr, M. (2006). Mathematics knowledge for teaching. *School Science and Mathematics*, 106(6), 219.
- Niess, M. L., Ronau, R. N., Shafer, K. G., Driskell, S. O., Harper S. R., Johnston, C., Browning, C., Ö zgün-Koca, S. A., & Kersaint, G. (2009). Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 4-24.
- Rohaan, E. J., Taconis, R., & Jochems, W. M. G. (2010). Reviewing the relations between teachers' knowledge and pupils' attitude in the field of primary technology education.
- Schmidt, D. A., Bara, E., & Thompson, A. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Thompson, A. D., & Mishra, P. (2007). Breaking news: TPACK becomes TPACK! *Journal of Computing in Teacher Education*, 24(2), 2007-2008.

