

凱欣斯泰納思想應用在國小科技教學之探究

張玉山

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系副教授

高靖岳

臺北縣永和國中教師

蕭佩如

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展系研究生

摘要

本文旨在將凱欣斯泰納的教育思想，應用於小學的科技教學，除發展教學活動之外，更在台北市一所國小進行教學實驗，探討學童的學習表現與成效。主要的研究結果如下：1.透過教師引導提問與自行把玩，學童對材料屬性的學習成效良好。2.實際使用的經驗，有助於對工具特性與名稱的學習。3.學童可以透過實物的操弄與作品實作，主動且有效學習機構的科學原理（摩擦力）及機構作動原理，並建立學習的成就感。4.在設計與製作中，學童可以學會創意技法（簡化、增加、放大、縮小等）在主題構思上的應用。5.學童能逐步完成各加工程序，專注程度也相當高。

關鍵詞：小學、科技教育、勞作

壹、前言

隨著科技文明的發展，人們不斷發展科技，也受益於科技，人與科技的關係日益密切，人們必須強化自身對科技的主導性，科技素養（technological literacy）是不可或缺的要素，也因此凸顯科技素養與科技教育的重要性。

近年來更因科技知識成長漸次加快，幾乎每五年就要成長一倍，因此許多國家的科技教育十分強調科技知識的學習。科技知識乃起源於實用的過程，其

本身也具有實用的價值，倘若捨棄實用與實作（hands-on）的學習歷程，其學習效果如何，以及後續的效用如何，都令人關心。德國的教育家凱欣斯泰納（GM Kerschensteiner, 1854-1932）以實學觀點出發，講求實事求是與重視實用的觀念（劉源俊，2003），更從生涯準備與社會生活參與的預備，來強調兒童教育的實用價值（Wilhelm, 1969）。而實學觀點如洛克與盧梭均認為，在手工勞作的過程中，可藉由經驗的學習來獲得知識，凱欣斯泰納則認為經驗與實際的操作技能，更必須透過自身勞作活動來獲得（周鴻騰，無日期）。可見，以實作為基礎的勞作教育，對學童知識、技能、以及情意學習（Osborne, 1996；張玉山、張育禎，2008）的重要性。

正因勞作教育是小學科技教育之前身（張玉山，2008），適合透過勞作課程來訓練學童動手操作的學習歷程，培養其科技素養。加上為避免小學科技學習過度流於講述灌輸的模式，因此本文嘗試將凱欣斯泰納的思想，應用於小學的科技學習，除發展教學活動之外，更經過教學實驗，探討學童的學習表現與成效。

貳、文獻探討

一、小學的科技教學內容

在過去二十年來，美國中學科技課程經歷許多演進，但小學科技教育（elementary school technology education, ESTE）在課程、教學資源、及學術研究，均未有明顯的進展（Engstrom, 2005）。而當前相當盛行的實作活動，尚稱不上科技教育，應該要再融入科技素養，就是「使用科技、管理科技、評估科技」的能力（The ability to use, manage, understand, and assess technology）（Foster, 1997）。

根據 Engstrom（2005）的研究結果，美國各州幾乎都訂有小學科技課程架構，而具體出版科技課程標準者，內容以問題解決、材料機具與程序、科技影響與衝擊、以及科技與工程設計最為常見與重要，如表 1。

表 1 美國小學科技教材內容

	康 乃 迪 克 州	緬 因 州	密 西 根 州	內 華 達 州	紐 澤 西 州	紐 約 州	俄 亥 俄 州	賓 州	佛 蒙 特 州	威 斯 康 辛 州	總 計
材料機具與程序	X		X	X	X	X	X	X	X	X	9
科技影響與衝擊	X	X	X	X	X	X	X	X		X	9
生涯覺知	X		X	X						X	4
問題解決	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
科技與工程的設計	X		X		X	X	X	X	X	X	8
資訊系統	X	X	X		X	X	X	X			7
生產系統	X				X	X		X			4
運輸系統	X				X						2
生物科技系統							X	X			2
科技系統				X		X	X	X	X		5
科技演進	X	X	X		X	X	X			X	7
人類的智慧與努力		X						X	X	X	4

資料來源：Engstrom. (2005).

除了各州郡所訂定小學科技課程，美國國家科學基金會（National Science Foundation, NSF）也資助許多大型的小學科技教育推動專案，較具代表性者包括：

- 1.運轉中的世界（A World in Motion, AWIM）：由美國國家科學基金會及（Society of Automotive Engineers Foundation, SAE）實際工程設計為主要學習內容，以 4-6 年級生為對象，透過為期三週，「滑翔、噴射玩具、鐵罐漫遊者」三大活動來含蓋工程原理、摩擦力、力、設計、及創意。該專案實施 15 年來，已有兩萬所學校，兩百萬學童參與，更分佈遍及美加與其他 15 個國家（National Academy of Sciences, 2005 Society of Automotive Engineer, 2009）。
- 2.兒童設計與工程（Children Designing and Engineering, CD&E）：由國家科學基金會資助，共發展 12 個主題單元，每個單元為期 4-6 週，以設計歷程為主，讓學童學習科學概念、研究與發表、合作、自信、及問題解決能力。
- 3.發明創新與探究（Invention, Innovation, and Inquiry: Units for Technological Literacy, I3）：由國家科學基金會資助，以 5-6 年級學童為對象，每一單元

為期 8-10 天，每一單元都以科技素養及科學素養的標準為基礎，單元內容包含對科技設計的腦力激盪、視覺化、測試、改良、與評鑑。透過工程設計的核心，整合科學與數學的概念。目前所發展的十個單元包括 1.以手為測量工具；2.發明小器物幫忙做家事；3.設計食物保存盒及量產；4.建築樑架結構設計；5.運輸方案規劃；6.實習廣告公司，以商業手法宣傳學校的精神；7.設計風能轉為機械能的裝置；8.書包設計與發表；9.利用連桿設計玩具；10.利用 2d 及 3d 軟體為廠商設計紙牌以及紙牌遊戲（ITEA, 2009a, 2009b；張玉山，2007）。

4.21 世紀任務：由美國國家航空太空總署（National Aeronautics & Space Administration, NASA）資助，委由維吉尼亞理工學院（Virginia Tech, n.d.）發展問題解決活動，來提升學童的科技素養，培養新世紀各領域的領導人物。這些活動以學科整合的方式，讓教師融入於現有的正規課程教學中（Engstrom, 2005）。層級一、二、三的活動分別適於 1-2、3-4、5-6 年級的小學童。

5.材料動起來（Stuff that Works）：由國家科學基金會資助，發展以實作為基礎，結合網路討論的五大學習活動，包括機械與其他系統、繪圖設計的環境、包裝與其他結構、標示符號與密碼。該計畫的特色是將工程師也納入其中（Center for children & technology, 2003）。

在上述美國小學科技教學的探討中發現，各州幾乎都訂定能力標準與課程架構，但是不見得有具體詳細的內容標準。除了各校所進行的科技教學，由國家科學基金會與國際科技教育學會等機構所資助發展的主題式科技學習活動，也被許多國家與學校所採納。這些主題式活動的特色包括：1.以工程設計與工程原理為內容核心；2.以創新能力啟發為重點；3.以新科技為教材，例如電腦控制等；4.以設計與問題解決等實作活動為媒介。

二、凱欣斯泰納對勞作教育的看法

二十世紀初，德國教育學者凱欣斯泰納主張教育的目標在於「造就公民」，即成就一個符合國家及時代需要的公民（詹棟樑，2001；InWEnt–Capacity Building International Germany, 2003；Internet FAQ Archives, 2009）。

凱欣斯泰納的教育思想講求實事求是的態度，總括可分為兩部分，即教育的本質觀與教育的方法論。前者重視精神的價值（文化價值）養成自律、道德

、自由的人格，並且認為教育是心智的磨練與陶冶（趙素娟，1999；International Bureau of Education, the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, n.d.），教育的目的並非一昧的知識傳承，相反地，應依照社會變遷的潮流，調整教學內容或教學策略等，讓學童獲得最符合所處時空環境的知識及技能，以便跟上社會變遷的腳步，不致被淘汰。教育的方法論則認為教育除需顧慮兒童的興趣，對精神發展的階段亦不可忽視（黃瓊儀，2002）。

凱欣斯泰納在 1908 年创建工作學校（The School of the Future: a work-school），在其工作教學法中，提出了「觀察、綜合、分析、驗證」四階段的工作原理（InWEnt-Capacity Building International Germany, 2003）。透過工作的歷程，也實踐了認知學習的歷程。素有「德國職業教育之父」的凱欣斯泰納認為，知識可由聽講獲得，技能藉由練習獲得，而經驗與實際的操作技能得由自身勞作活動來獲得。況且，學童天生就傾向於實地接觸具體事物，來進行學習（International Bureau of Education, the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, n.d.）。

工作學校的五個基本原則包括自發性、充滿吸引力、行動自由自主、意識的發展、以及自我控制的可能性（InWEnt-Capacity Building International Germany, 2003）。工作學校強調手、腦、心並用，特別重視勞動教育與手工（勞作）教育（Wilhelm, 1969）。但是在工作學校中的學習，操作技術的訓練並非是凱欣斯泰納所強調的，他更重視的是學童是否在工作中培養獨立與主動的知識追求能力（International Bureau of Education, the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, n.d.）。因此，他認為勞作教育可以陶冶學童，包含職業教育或職業準備、職業教育的道德化、團體生活的道德化。也就是在操作實務層面、道德層面、及學科知識層面，都能有所成長（周鴻騰，無日期；Wilhelm, 1969；International Bureau of Education, the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, n.d.）。

凱欣斯泰納認為因學童來源與天賦各有所異（謝斐敦，2003），學校實施勞作教育的方式也需適時調整。另外，他提出實施勞作教育時，必須把握的幾點原則：

- 1.每種學校必須要有自己的教育財，有自己的一套教育目標（Wilhelm, 1969）。
- 2.國民學校有其自己高尚的任務，亦即直接服膺生活的任務（Wilhelm, 1969）。
- 3.國民學校應提供學童快樂的學習環境，讓學童抱著愉悅的心情學習，才能提升學習成效（Kerschensteiner, 1965）。
- 4.國民學校除尊重學童的興趣，應以實務課程為主（Wilhelm, 1969）。
- 5.實務課程符合學童心靈的基本結構（Kerschensteiner, 1965）。

因此，凱欣斯泰納對勞作相關教學的重要看法，包括實用知識的實學觀念、學童興趣為出發點的興趣原則、體驗學習的學習觀點與模式、以及知識與技術情意態的陶冶並重的教育觀點。這些看法將值得我們在發展小學科技教學活動時，加以參考與檢視的依據。

三、整合的教學應用

本研究將凱欣斯泰納的教育思想應用在國小科技教學活動的設計與實施，並透過教學實驗，瞭解學童的學習狀況與學習成效。基於凱欣斯泰納勞作教育理念，考慮兒童的自然發展：「以經驗知識作基礎，從玩具、遊戲之中認識世界」，本活動以童玩製作為主題，引導學童深入探究事物本身所蘊藏的知識與價值，並專注實作的完成。

傳統的童玩除了蘊含了趣味、玩性等特質，其實童玩的動作與機構本身就包含許多的科學原理。單純講述科學，容易枯燥乏味且流於模糊的抽象概念。從實作中體驗真實科學的驗證以及真實世界的科學原理，對於科學教育而言，實作活動對於科學素養的提升，應具有相當好的效果。學童能在童玩製作過程，從玩具本身的趣味引發學童探究作動原理。藉由親身的設計製作，除了學習到常見工具的安全操作、了解材料特性與加工方法，在科學的學習、美感的提升都有相當的助益。因此，本教學活動呼應凱欣斯泰納所說的：「透過勞作可以溶解知識材料為最少量且獲得技能熟練及勤勞喜悅的最大量」（李化方，1969）。而本活動的理論依據及教學重點，如表 2 所示：

表 2 理論依據與教學重點對照表

理論依據	教學重點
凱欣斯泰納 教育思想方法論	引發學童興趣也要注意兒童精神的發展
凱欣斯泰納勞作教育概念 -重視手工技能練習 -從實作中學習知識	教導各項工具的使用方法與安全注意事項 讓學童親自動手操作練習 並讓學童在實際體驗中，習得相關知識
陶冶的價值	引導學童對此工作產生格物態度與責任感

參、教學活動設計

一、單元名稱：攀繩偶。

二、教學對象：國小三年級學童。

三、教學時間：3 週，每週 2 堂課共 80 分鐘，總計 240 分鐘。

四、單元目標：

- 1.體驗材料切割、接合、磨削等加工程序，以實作認識材料屬性。
- 2.透過彩繪所喜愛之造型圖案，瞭解基本的色彩概念。
- 3.從製作玩具的過程，瞭解基本的機構概念。
- 4.從製作玩具的過程與結果，引發學童創作的興趣。
- 5.從製作玩具的過程，培養學童細心、耐心的工作態度。

五、對應之能力指標：

- 1-2-1-1 察覺事物具有可辨識的特徵和屬性。
- 2-2-5-1 利用折射、色散，電池、電線、燈泡、小馬達，空氣或水的流動等來設計各種玩具。在想辦法改良玩具時，研討變化的原因，獲得對物質性質的了解，再藉此了解來著手改進。
- 5-2-1-1 相信細心的觀察和多一層的詢問，常會有許多的新發現。
- 6-2-1-1 能由「這是什麼？」、「怎麼會這樣？」等角度詢問，提出可探討的問題。

6-2-2-2 養成運用相關器材、設備來完成自己構想作品的習慣。

6-2-3-1 養成主動參與工作的習慣。

7-2-0-2 做事時，能運用科學探究的精神和方法。

7-2-0-3 能安全妥善的使用日常生活中的器具。

六、教學工具材料

本活動所需材料與工具如表 3。經本刊審查委員指正與建議，本活動可用廢棄光碟片或厚紙板代替飛機木，塑膠吸管代替冰棒棍，可達簡化材料的效果。

表 3 教學工具材料與價目

所需工具					
項次	品名	規格	數量	概略價格	備註
1	斜口鉗	不拘	一把	50	
2	直尺	長度 > 5cm	一把	10	
3	砂紙	150#	1 張	10	
4	蠟筆		12 支	70	依個人所需色系
所需材料					
1	中國繩		一捆	300	全班使用
2	白膠		一包	60	全班使用
3	飛機木	80X80X5 (mm)	兩片 X35	650	全班使用
4	冰棒棍	> 10cm	8X35	90	約六包 (一包 50 根)

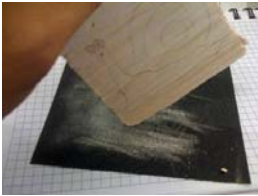
七、教學程序

本活動的教學時間，預計每週兩節課，共計三週。主要教學流程及實作步驟如表 4 及表 5 所示。

表 4 教學流程

週次	時間	教師活動	學童活動	教具與設備
1	10	教師展示作品，以故事引起動機，講解設計主題為手攀木偶	觀看	攀繩木偶
	20	教師講解操作方式、作動原理	學童聽講	
	10	1.教師發材料（飛機木） 2.講解設計方法	學童構思繪畫草圖在學習單與材料上	學習單（如附件）
	40	1.再強調幾何形簡化、增加、減去、放大、縮小的創意方法 2.指導材料切削與繪畫	學童製作手攀木偶造型部份	蠟筆
2	20	教師發材料並指導學童製作機構部分，講解常見膠合劑的使用（白膠、強力膠、快乾膠、口紅膠）指導學童膠合	學童聽講	冰棒棍、斜口鉗、白膠、中國結繩
	50	協助學童製作	學童製作	
	10	教師收拾教具	打掃整理環境	
3	40	教師講解機構原理與製作	學童製作	
	10	教師檢視機構	學童組合成品	
	25	教師照相並請學童分享	學童參予分享活動	
	5	教師勉勵學童	學童撰寫學習單(帶回家寫)	

表 5 實作步驟

順序	步驟	加工方法
1	木偶造型	   鉛筆打樣 砂磨 彩繪
2	機構製作	    剪切冰棒棍並膠合結構體 上穿手拉線
3	成品膠合	  膠合

肆、教學觀察與討論

本研究選取台北市一所小學三年級一個班級共 33 位學童（男生 17 位，女生 16 位）作為教學實驗的對象，以參與式觀察，深入瞭解學童在活動過程與結果的表現，如圖 1 及圖 2 所示。本研究研究者即教學者與觀察者，為避免單一觀察者主觀偏誤產生，除了請該班教師於課後給予立即回饋，並佐以教學內容記錄、研究者觀察記錄、作品表現、教學活動觀察紀錄表、學習單、活動與作品照面等資料內容。

本研究的資料將編碼、分類後，再以歸納分析法將資料歸納成集體的證據，並以持續比較法進行資料的檢核，發掘是否有反面例證與資料，確認研究發現的可信度（Maxwell, 1996；胡幼慧，2003），紀錄詮釋結果。以下將資料分

析結果，簡述如下：



圖 1 作品的內部結構 圖 2 學童能專注完成作品，並喜愛自己的作品

- 1.透過教師引導提問與自行把玩，學童對材料屬性的學習成效良好，但在工具的選用上，則欠缺經驗，需要老師明確地教導。根據教育部藝術與人文學習領域之課程綱要，國小中年級的學童應懂得運用生活周遭容易取得的媒材，並熟悉材料的特性，高年級學童需瞭解如何選用媒材，及基本處理技法，如：塗繪、撕、摺等（教育部，2008）。本研究對象為中年級的學童，學童皆能瞭解材料的屬性，但在運用、選材及工具使用上仍需進一步指導，尚未達到教育部的能力標準，可列為改善課程的參考。
- 2.實地使用的經驗，有助於對工具特性與名稱的學習，但白膠使用的精確性，則需加強。對國小三年級的學童來說，需要手指精巧動作的加工（如精確塗膠），或是手指施力（例如以斜口鉗剪切飛機木），需要特別教導、提供輔具或改變工作設計。國小中年級的學童，應具備基本處理技法，如：貼、接著、壓、捏、塑造等，並秉持嚴謹的態度體會媒材處理的差異與細膩處（教育部，2008）。此階段的學童尚未完全掌握各種工具的使用技巧，教師應增加學童使用工具的機會，有助於其操作、實作之技能。

教育部特別指出，中年級的學童應「養成運用相關器材、設備來完成自己構想作品的習慣」，因此，手工具的練習使用是必須的。研究者觀察發現，許多學童對於本課程中的工具、材料加工都是第一次接觸。教學者準備足夠充份工具與材料、每一個學童都必須親自製作。以童玩攀繩偶為主題，可以引發兒童工作的興趣與兼顧精神發達。

- 3.學童可以透過實物的操弄與作品實作，主動且有效學習機構的科學原理（摩擦力）及作動原理，並建立學習的成就感。根據教育部規定瞭解摩擦力的因素為國中的能力指標（教育部，2008），故本課程只概述摩擦力的基本概念，讓學童透過實作的過程了解箇中原理。

爲了讓兒童以最簡單的形式來瞭解抽象的事物，必須依照兒童發展的需求，適時地給予適當的遊戲玩具。在本課程中，作品兼具競賽與娛樂功能，透過學童相互切磋比較，有助於激發學童思考材料、角度、力等多種學科知識。

- 4.在設計與製作中，學童可以學會創意技法（簡化、增加、放大、縮小等）在主題構思上的應用，但在造形設計上面，可能受到共同生活經驗與文化的影響，作品相似度甚高。根據學者美國與日本的創造力研究指出，國小二年級與五年級會分別出現創造力高峰（劉冠玟、謝建全，2009），也許可以解釋本研究的研究對象（小三學童）創意表現較不理想的現象。
- 5.學童能逐步完成各加工程序（切割、接合、磨削等），專注程度（細心與耐心）也相當高，但是對作品問題的觀察與問題排除，仍欠缺相關能力。九年一貫綱要十大基本能力中，其一即爲培養學童獨立思考與解決問題之能力，但在中低年級的實作課程中，多以正確或熟練工具的操作爲主；直至國小高年級時，才融合設計與製作程序，培養問題解決能力（教育部，2008）。因此中年級之學童，雖致力於課程中，但礙於經驗的不足，尚缺問題解決能力，仍需教師進一步指導。

本研究發現，每一位學童都完成自己的童玩作品，此單元活動不僅強調工具的學習、安全的工作方式、正確的加工方法，更強調每一個學童都必須完成作品。美勞課程的重要目標之一在於培養學童體認勞作的樂趣與責任感（教育部，1975），凱欣斯泰納亦認爲教育的主要目的要提高學童的責任感與義務感（趙素娟，1999）。在本課程中，每位學童完成自己的作品，代表一個責任一個目標的達成，可以激起榮譽心和責任感等正向力量。又因與同學共同討論製作、分工合作收拾教室、相互欣賞作品，亦能培養團隊概念以及個人的涵養，符合教育部目前積極推行有品教育，尊重他人創作的要求（教育部，2009）。

伍、結論與建議

本文經文獻探討、活動設計、教學實驗等程序，探討凱欣斯泰納思想在小學科技教學的應用。主要的研究結果如下：

- （一）透過教師引導提問與自行把玩，學童對材料屬性的學習成效良好，但在工具的選用上，則欠缺經驗，需要老師明確地教導。
- （二）實際使用的經驗，有助於對工具特性與名稱的學習，但小三學童對手手指精巧動作的加工或是手指施力的動作，則有待加強。
- （三）學童可以透過實物的操弄與作品實作，主動且有效學習機構的科學原理（摩擦力）及機構作動原理，並建立學習的成就感。
- （四）在設計與製作中，學童可以學會創意技法（簡化、增加、放大、縮小等）在主題構思上的應用，但在造形設計上面，作品相似度甚高。
- （五）學童能逐步完成各加工程序，專注程度也相當高，但是對作品問題的觀察與問題排除，仍欠缺相關能力。

此外，本文依研究過程與結果，針對小學科技教學的規劃與實施，以及相關研究，提出建議如下：

- （一）教師可考量學童身心發展，多安排操作手工具之實作課程。

在本研究中，每位學童透過學習後，都能夠正確使用手工具。教師在課程安排上，可多給予練習的機會，融入具有趣味、玩性的實作活動，以增強學童的格物學習效果。

此外，本研究發現學童很喜愛實作活動，並特別投入，亦發現學童從實作中自己找到答案來學習，這種滿足與自我探索學習的精神，相當可貴。因此，科技教育的實作活動有其不可取代的價值。對於國小科技教育而言，教師雖必須付出更多的心力，卻是值得堅持的。

- （二）開發必要的輔具與模具，有助於學童的實作進行。

本研究發現，小三學童尚無法完全掌握各種工具的使用技巧，在細緻動作

及需要較大握力的動作，更是如此。教師除應給予加強練習之外，相關輔具與模具的開發與利用，也是相當必要的。

（三）加強創意造形設計的知能與經驗，鼓勵創意表現

本研究發現，學童在主題構思上能運用簡化、增加、放大、縮小等創意技法，在幾何圖形的變化運用上，也能充份利用加減、縮放等技法。但是在整體構圖上，學童作品的獨特性較不明顯，可以利用多樣性的範例（張玉山、張育禎，2008），來啟發或刺激學童的造形設計能力，並充實其創意設計經驗。

參考文獻

李化方（1969）。**歐美勞作教育思想**。台北：台灣商務印書館。

周鴻騰（無日期）。國立臺灣科學教育館推動戶外體驗學習的意義與實例。**科教館學刊**，2，44-74。

胡幼慧(2003)。**質性研究－理論、方法及本土女性研究實例**。台北：巨流圖書公司。

張玉山（2008）。國小科技教育的重新檢視。**生活科技教育月刊**，41(2)，1-2。

張玉山、張育禎（2008）。以體驗式提問引導國小學童創新設計—以「后羿射日」單元為例。**生活科技教育月刊**，41(7)，37-50。

教育部（1975）。**國民小學課程標準**。台北：作者。

教育部（2008）。**97年課綱（100學年度實施）**。2009年11月9日，取自 <http://teach.eje.edu.tw/9CC/index.php>

教育部（2009）。「品德、品質、品味」共同打造有品台灣。**教育部電子報**，364，2009-06-25。2009年11月9日，取自 http://epaper.edu.tw/topical.aspx?period_num=364&topical_sn=340&page=0

黃瓊儀（2002）。國小學童運用電腦與傳統媒材進行彩畫的表現形式與態度之比較研究。國立屏東師範學院視覺藝術教育研究所碩士論文。**全國博碩士論**

文資訊網，091NPTTC616002。

詹棟樑（2001）。開欣斯泰納的公民教育思想。人文及社會科教學通訊，12(3)，6-15。

趙素娟（1999）。公民概念的澄清及公民教育理論與實踐之探討。國立臺灣師範大學三民主義研究所博士論文。全國博碩士論文資訊網，088NTNU0011005。

劉冠姣、謝建全（2009）。心智繪圖教學對國小五年級學童語文創造力學習成效影響之研究。南台人文社會學報，1，75-106。

謝斐敦（2003）。德國與臺灣教育分流制度之比較研究。暨南國際大學比較教育研究所博士論文。全國博碩士論文資訊網，091NCNU0578019。

Center for children & technology. (2003). *Projects: project summery. city technology: learning from everyday stuff*. Retrieved January 6, 2010, from http://cct.edc.org/project_summary.asp?numProjectId=790

Engstrom, D. E. (2005). *Changes and progress in elementary technology education*. Retrieved January 5, 2010, from <http://www.iteaconnect.org/Conference/PATT/PATT15/Engstrom.pdf>

Foster, P. N. (1997). Classifying approaches to and philosophies of elementary-school technology education. *Journal of Technology Education*, 8(2), 21-34.

International Bureau of Education, the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (n.d.). *Georg Kerschensteiner (1852-1932)*. Retrieved January 12, 2010, from http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/archive/publications/ThinkersPdf/kerschee.PDF

International Technology Education Association. (2009a). *I³ project: invention-innovation- inquiry-- units for technological literacy, grades 3-5*. Retrieved January 5, 2010, from <http://www.iteaconnect.org/i3/index.htm>

International Technology Education Association. (2009b). *Invention-innovation-*

- inquiry. a national science foundation project i3 unit summaries and learning goals*. Retrieved January 5, 2010, from <http://www.iteaconnect.org/i3/files/Unit%20Descriptions.pdf>.
- Internet FAQ Archives. (2009). *Kerschensteiner, Georg (1854-1932)*. Retrieved January 12, 2010, from <http://www.faqs.org/childhood/In-Ke/Kerschensteiner-Georg-1854-1932.html>
- InWEnt-Capacity Building International Germany. (2003). *Training and work--- Tradition and activity focused teaching*. Retrieved January 12, 2010, from http://www.inwent.org/imperia/md/content/bereich4-intranet/abteilung4-01/6_training_and_work.pdf
- Kerschensteiner, G. (1965). *Die Arbeitsschule*. München: R. Oldenbourg.
- Maxwell, J. A. (1996). *Qualitative reasearch design: An interactive approach*. London, U.K.: Sage publications.
- National Academy of Sciences. (2005). *A world in motion*. Retrieved January 5, 2010, from <http://www.nas.edu/rise/examp78.htm>
- Osborne, J. F. (1996). Beyond constructivism. *Science Education*, 80(1), 53-82.
- Society of Automotive Engineer. (2009) . *A World In Motion*. Retrieved January 12, 2010, from <http://www.awim.org/about/facts/>
- Virginia Tech. (n.d.). *Technology education: Mission 21*. Retrieved January 6, 2010, from <http://teched.vt.edu/TE/html/ResM21.html>
- Wilhelm, T. (1969). *Theorie der schule-hauptschule und gymnasium im zeitalter der wissenschaften*. Stuttgart: J.B Metzlersche verlagsbuchhandlung und Carl Ernest Poeschel Verlag GmbH.