

數學－科學－科技（MST）統整課程與國中生 創造力之關係

方崇雄* 游光昭** 林坤誼***

摘要

本研究旨在探討 MST 統整課程對培育國中生創造力之影響，研究方法採「不相等組前測後測」之準實驗設計，以台北市立某國中二年級六個班級學生為實驗對象，其中三個班級共 88 人為實驗組，另外三個班級共 81 人為對照組，實施為期七週共計 14 小時的實驗教學。研究工具主要包含「威廉斯創造性思考活動」與「威廉斯創造性傾向量表」，在透過共變數分析後主要獲得下列結論：（一）在創造性思考活動的流暢力、開放性、獨創力與精密力等四方面，接受 MST 統整課程的學生表現優於接受傳統課程的學生。（二）在創造性傾向量表的挑戰性方面，接受 MST 統整課程的學生表現優於接受傳統課程的學生。

關鍵字：數學－科學－科技、生活科技、創造力。

The Relationship between Mathematics-Science-Technology Curriculum and Students' Creativity at the Junior High School level

Abstract

The purpose of this study was to examine the influence of students' creativity on learning effectiveness when using MST integrated curriculum. The "nonequivalent group pretest-post" quasi-experimental design was used for the study. The experiment was carried out for seven weeks by 169 eight-graders, including 88 students in experimental group and 81 students in control group. After the analysis of ANCOVA, conclusions of this study were as follows: (1) In the aspects of fluency, openness, uniqueness and preciseness on creative thinking activity, students who took the MST integrated curriculum performed better than those in traditional curriculum; (2) In the aspect of challenge on creative orientation scale, students who took the MST integrated curriculum performed better than those in traditional curriculum.

Keywords: mathematics-science-technology, living technology, creativity.

壹、緒論

一、研究背景與動機

近年來，為順應全球經濟型態之改變及迎接知識經濟時代的來臨，政府已將培育具備創造力的優秀人力資源列為國家主要的發展策略。教育部的《創造力教育政策白皮書》便依據行政院知識經濟發展方案「檢討現行教育體系，加強創新及再學習能力之培養」暨行政院第六次全國科技會議「培養具創造力之人才」等議題，撰寫創造力教育政策白皮書，以及規劃創造力中程計畫等工作。此白皮書之施行範圍含括幼稚園到大學等各教育階段，其中針對各個教育階段，提出了多項急需改革的問題。例如，在國中階段主要包含：(1)各項政策法令應該落實、統合，並與創造力教育結合；(2)家長觀念較為保守，學校的宣導不足；(3)學生的學習動機不足，教學時數不足；(4)師資培育機構未能體認創造力的重要性；(5)各種入學考試依舊停留在追求標準答案的窠臼中；(6)對智慧財產權的重視不足等六項（教育部，2002）。以上這些對於國中階段所提出的各項急需改革的問題，皆急需各界人士關切並尋求解決的管道。

面對前述創造力培育的問題，許多研究者紛紛透過不同角度來探索培育創造力的最佳管道。心理學家們的文獻報告中認為人類確有兩個腦，並且認同左右腦的結構與功能有別，其中左腦部份主要在控制邏輯推理與語言的表達，而右腦部份是主管直覺訊號的蒐集和創造的功能（李德高，1980）。一般而言，慣用右手者有助於左腦的訓練，而慣用左手者則有助於右腦的訓練。然而在我們的教育制度下，通常著重在左腦的語文思考方面的訓練，而缺乏著重右腦的非語文思考方面的訓練；換言之，亦即右腦無法發揮其在思考與創造領域中的功能。針對此一缺乏右腦訓練的缺失，代表著學生可能需要更多非語文思考方面的動手做（hands-on）活動課程，以增加左手的使用機會並藉此以進行右腦的訓練。

就現行中小學階段的普通教育課程而言，能夠提供學生進行動手做的活動課程並不多，而生活科技課程便屬於其中之一。生活科技課程乃由傳統工藝教育課程演變而來，在國際上通稱為科技教育（technology education）。以現階段

國際科技教育的發展潮流而言，主要以「科際整合」(interdisciplinary integration) 及「建模」(modelling) 為主；就「科際整合」而言，Foster (1994) 曾指出美國國民教育中經常最受到稱讚的是其科際間整合 (subject-matter integration) 的實踐，而科際間整合在科技教育領域中最耀眼的便是數學、科學與科技 (Mathematics, Science, and Technology, MST) 的整合。而就「建模」而言，Davies 和 Gilbert (2003) 則指出國際上學校課程中的「科學」(science) 和「科技」(technology) 領域常善用建模教學以培養學生的創造力，或藉由建模教學以連結相關領域的知識概念 (如科學教育與科技教育)，並促進學習者對創造性行為之過程要素的理解。因此，生活科技課程的特色可歸結在兩方面：

- (1)拋棄傳統工藝著重手工訓練的特色，提供學生設計與動手操作的學習活動，
- (2)整合所有學科以促進完整學習，並進而與生活實務進行相互印證。

緣此動機，本研究旨在於運用科際整合的基本理念，以發展數學、科學與科技統整課程，並進而透過建模以達成培養學生創造思考能力的目標。

二、研究目的

根據前述研究背景與動機，本研究之主要目的為探討接受 MST 統整課程的國中二年級學生在創造力測驗的改變情形。緣此，本研究之研究目的如下：

- 1.分析接受 MST 統整課程與傳統課程的學生在創造性思考活動方面的改變情形。
- 2.分析接受 MST 統整課程與傳統課程的學生在創造性傾向量表方面的改變情形。

貳、文獻探討

Lewis 認為科技在本質上便是人類創造力的一種展現 (Michael, 2001)，而 Peterson (2002) 亦認為創造力和科技十分密切相關，許多日常生活中的科技產品在剛被發明時，都是被認為是極具創意的，例如：相片、飛機、電腦等。科技教育與創造力之間的關係，主要指當學生面對科技問題 (technological problems) 時，其所發展出的創造性產品或者是創造性的解決方法 (Peterson,

2002)。因此，在科技教育課程中，科技教師便經常被賦予激發、鼓勵學生進行多元思考的任務，以藉此培育學生的創造力 (Howard-Jones, 2002)。事實上，一般的教育學者多能體會科技教育與創造力間的某種關聯性，然而為了能更深入探討科技教育與創造力間的密切關係，以下先針對創造力教育進行探討，進而探討 MST 統整課程的發展模式，藉此提供本研究建構 MST 統整課程的依據。

一、創造力教育的探討

國內外有關創造力的研究中發現，許多學者多著重於創造者特質 (persons)、創造環境 (place)、創造歷程 (process) 與創造產品 (product) 等四面向來探討創造力 (張世慧, 2003)。因此，若依照上述四個面向來探討培育學生創造力的建議，應能更加了解培育學生創造力的管道。以下分別針對這四個創造力的面向進行分析如下：

(一) 創造者特質

Davis (1986) 認為高創造力的創造者都具備有某些個人特質，若能夠透過不同策略以培養這些個人的特質，對激發學生創造力會有很大的幫助。而 Williams (1969) 認為激發學生創造力的認知、情意模式應可被發展出來。他採用 Guilford (1963) 的多元智力理論以進行創造力的研究，認為在教學情境中，認知和情意的行為對啓發創造力潛能有重大的影響。其中，認知領域包含知識 (knowledge)、推論技巧 (reasoning skills)、規則系統的真理 (algorithmic truths) (如同技術的技巧與特殊的才能)，且通常會被整合於教師的教學目標中，但會依學習者的經驗與天生能力而異 (Hennessey & Amabile, 1987)；至於情意領域，則包含審美的考量 (aesthetic concerns)、個人感覺 (one's feeling)、情感 (emotions) 等。因此，Williams (1969) 相信情意領域能促進學生欣賞自我與他人的創造性作品，就如同 Davis 和 Rimm (1985) 認為欲刺激創造性思考應該著重在「激發有助於創造力的態度」。換言之，情意領域和認知領域在刺激創造力方面可能具有同等的重要性。

(二) 創造環境

環境論者著重在探討創造環境對於創造力的影響，意即，如何建構一個適切的創造環境以培養學生創造力。所謂「創造性的環境」，就是一個能夠蘊育創

造人的創造動機，進而培養其創造者人格特質，以助長創造行爲的環境（毛連塹，2000a）。針對創造性的環境，毛連塹（2000a）曾提及幾項建構創造性環境的要點：(1)建立創造的氣氛，如開放、幽默、獎勵等；(2)重視「人性」層面，不懼失敗；(3)發展學生創造的途徑；(4)鼓勵多種感覺的學習；(5)減少權威領導，鼓勵獨立或合作學習；(6)不過於強調整齊，須尊重獨特性；(7)給予充足思考時間醞釀創造性構想；(8)不做學生間的相互比較；(9)減少結構限制；(10)增強自信心；(11)適當的給予讚許；(12)提供放鬆的環境。換言之，透過此種創造性環境的建立，可以培養創造的人格特質。

（三）創造歷程

歷程論者著重於探究產生創造力的過程與階段，意即如何強化教學過程中培育創造力的要素，是其探究的重點。Wallas 曾提出最廣為被接受的創造思考過程四步驟，包括(1)準備期（preparation）；(2)醞釀期（incubation）；(3)豁朗期（inspiration）；(4)驗證期（verification）（毛連塹，2000a）。事實上，此四個步驟仍有待未來研究者進行更深入的探討，並透過不同的教學方法來了解創造的歷程，及如何培育學習者的創造力。例如，Feldhusen 和 Treffinger（1980）便認為「探究－發現」或「問題解決法」是培養創造力的一種間接性教學方法。同時，Treffinger（1980）也認為創造力與發現的過程有關，透過發現學習的經驗能夠加強創造性的表現。

Frelldhusen 和 Treffinger（1980）認為創造性過程中的流暢力、變通力、精密力與獨創力能整合於「詢問－發現」的教學方法中。換言之，若能設計以「詢問－發現」或「問題解決」為主的任務，便可藉由此一過程培養學生的創造力。而此一觀點與多數學者所認同的觀點也不謀而合，亦即以問題解決與問題發現為基礎的個別任務可以刺激學生的創造力（Davis & Rimm, 1985; Karnes, McCoy, Zehrbach, Wollersheim, Clarizio, Costin, & Stanley, 1961; Subotnik, 1988）。此外，Davis（1991）以及 Davis 和 Rimm（1985）也同意教師亦應該提供學生參與團隊活動的機會，以藉此培育學生創造力，及提供學生進行同儕互動的機會（Karnes, McCoy, Zehrbach, Wollersheim, Clarizio, Costin, & Stanley, 1961）。

(四) 創造產品

根據 Amabile (1983) 的看法，她認為創意產品的誕生至少必須仰賴三個基本成份：特殊領域技能 (domain-relevant skills)、創造力關係技能 (creativity-relevant skills)、和工作動機 (task motivation) (如表 1)。其中，特殊領域技能構成創造的準備狀態，而創造力關係技能則關係著對訊息反應的搜尋。此外，一個人工作動機的高低，亦會影響其在特殊領域技能和創造力關係技能上的學習與準備，同時也會影響其創造過程中對任務的認知與對訊息的搜尋 (邱皓政、葉玉珠，1998)。

表 1 Amabile 的創造因素理論

	特殊領域技能	創造力關係技能	工作動機
內容	1. 特殊領域知識 2. 必備專門技能 3. 領域關聯特殊才能	1. 適切認知型態 2. 啓發新創意的知能 3. 誘導式工作型態	1. 工作態度 2. 對完成工作的知覺
來源	1. 先天認知能力 2. 先天知覺和動作技能 3. 正式和非正式教育	1. 訓練 2. 創新理念的經驗 3. 人格特質	1. 內在工作動機水準 2. 內外社會懷靜壓力 3. 減少外在壓力的個人認知能力

資料來源：Amabile, 1983；引自毛連璽，2000b，頁 33。

透過前述針對創造者特質、創造環境、創造歷程與創造產品的分析，可以發現在生活科技課程中的科技學習活動 (Technology Learning Activity, TLA) 過程中，有許多地方可供教學者發揮培養學生創造力的空間。例如，生活科技教師在引導科技活動主題時，可以善用創造思考教學策略以激發學生的創造者特質；而在科技學習活動過程中則可以依據創造環境中所提的各項要點，建構出能夠培養學生創造力的學習環境；此外，由於科技學習活動通常採用解決問題的過程，且期望透過此一過程協助學生製作出科技產品，因此亦能透過創造力成與創造產品的角度培育學生的創造力。綜言之，若能透過生活科技課程中的科技學習活動以提供學生創造力培育的機會，相信應能有所成就。

二、MST 統整課程模式

以現階段國際科技教育的課程目標趨勢來看，主要以美國的問題解決（problem solving）以及英國的設計與製作（design and making）為方向，而其它如澳洲、紐西蘭等國家的科技教育則亦朝向此一趨勢發展。然若檢視美國與英國的科技教育課程，其實主要發展的取向以「科際整合」（interdisciplinary integration）為主。此外，近年來由於創造力教育的興起，故如何透過科際整合以培育學生的創造力，更是成為國際科技教育的主要議題。

（一）美國科際整合趨勢

美國的科技教育學者 Donald Maley 是提倡數學、科學、科技三者整合學習的先驅，早在 1950 年代 Donald Maley 便於美國馬里蘭大學倡導在科技教育（當時稱為工藝教育）課程裡融入科學與數學應用的相關概念。在此之後，1980 年代美國的幾項國家教育報告中，科技教育皆扮演起連結數學與科學教育上的一個重要角色。且在科技教育的相關期刊中，MST 教學策略一直是個熱門的議題，從科技教育實施、師資培育課程、美國各州相關的期刊、一直到州的會議上，都圍繞著 MST 這項熱門的議題（蔡福興、游光昭，2003）。例如，在科技教育中實施 MST 最力的紐約州教育局（New York State Education Department, 1997）對於整合數學、科學與科技三門學科便曾提出下列四項強制的理由：(1) 缺少了數學的分析與工程方面的設計，我們便無法解釋科學的探索，或者擴張科學探索的力量；(2) 今日的工程家與科技家需要科學探索產生的原理與理論，以協助設計或建立理想的科技工具或技術；(3) 人民未來都將面臨許多因為數學、科學、科技和社會互動所產生的複雜道德議題，如何教導學生明智的處理這些議題（如環境保護與健康保健等）將會變得十分的重要；(4) 當學生在面臨處理真實世界的應用問題時，將更能感受到強烈需要學習數學與科學的動機。

（二）英國科際整合趨勢

英國科技教育領域中的設計與科技（Design and Technology, D&T）十分著重建模（modelling），「建模」一般定義為物件、概念、系統、事件或程序的產

生過程，在科學領域中「建模」是通常則是指個人經由學習建構心智模式的過程 (Davies & Gilbert, 2003)。因此，建模教學主要可以包含下列幾項內涵：(1) 針對現象或問題有適切的經驗；(2) 確認適切的隱喻及產出相關的類比；(3) 使建模過程的結果視覺化；(4) 創發模型；(5) 評量創發模型的範圍與限制，這些內涵均顯示出與創造力內涵相關的特質。許多國家的學校課程中的「科學」(science) 和「科技」(technology) 領域都善用建模教學培養學生的創造力，或藉由建模教學以連結相關領域的知識概念 (如科學教育與科技教育)，並促進學習者對創造性行為之過程要素的理解 (Davies & Gilbert, 2003)。因此，科際整合與創造力的結合將會突破傳統科技教育的範疇與發展方向 (Wicklein, 1993；李隆盛，1997)，進而快速演變而成爲二十一世紀中科技教育最重要的議題。

(三) MST 科際整合模式

紐約州教育局 (New York State Education Department, 1997) 對於整合數學、科學與科技三門學科，提出了下列幾項參考模式：

1. TMS

TMS 模式 (如圖 1) 的統整方法與 Fogarty (1991) 所提出的「在單一學科中的統整」觀念十分類似，主要指由科技教師協助學生在科技課程中學習與數學和科學相關的知識。換言之，TMS 模式是以科技課程爲主體來進行關聯式的統整，則科技教師在讓學生進行動手做的科技活動前，必須先教導學生與該項科技活動相關聯的數學與科學知識，藉此結合整合理論與實務，以達成統整的目的。

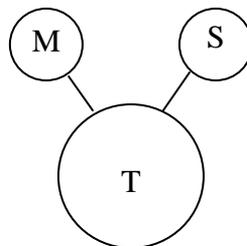


圖 1 TMS 科際統整模式

具體來說，TMS 模式是指由科技教師在科技課程中，教導學生與課程相關的數學、科學知識，而這些數學與科學知識是學生在數學、科學課程中已學習過的知識。科技教師主要是透過該課程主題，提供學生將數學、科學、以及科技運用於日常生活中的機會，進而培養其統整的能力。

2.M+S+T+(MST)

M+S+T+(MST) 模式(如圖 2)的統整方法與 Fogarty (1991) 所提出的「各學科間的統整」觀念十分類似，主要指由數學、科學與科技教師合作發展科際整合課程。此種模式主要由數學、科學與科技教師共同選定一個課程主題，進而針對該主題研擬可以整合的數學、科學與科技知識，最後再輔以動手做活動來整合理論與實務，進而達成統整的目的。

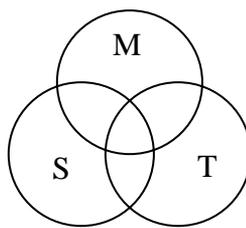


圖 2 M+S+T+(MST)科際統整模式

具體來說，M+S+T+(MST) 模式是指由數學、科學、以及科技教師共同發展統整課程，並由數學教師在數學課中教導學生與課程主題相關的數學知識，由科學教師在科學課中教導相關的科學知識，以及由科技教師在科技課中教導學生相關的科技知識。藉此，便可提供學生將數學、科學、以及科技運用於日常生活中的機會，進而培養其統整的能力。M+S+T+(MST) 模式的特點是可以發揮不同學科教師的專長，使得學生能夠學習更廣泛及更精確的相關知識。

3.MST Integrated Program

MST Integrated Program 模式(如圖 3)與 Fogarty (1991) 所提出的「學習者本身或學習者之間的統整」觀念十分類似，主要指學生在一門統整的數學、科學與科技課程中，進行數學、科學與科技知識的學習，並由教師團隊負責教

導。換言之，在 MST Integrated Program 模式中，傳統學科分立的角色已被淡化，故學生所學習到的知識將是著重統整式的知識體系，藉此以達成統整的目的。

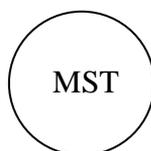


圖 3 MST Integrated Program 科際統整模式

具體來說，MST Integrated Program 模式與 M+S+T+ (MST) 模式的設計理念略有相同，同樣由數學、科學、以及科技教師共同發展統整課程。但是，學生是在一門 MST 統整課程中學習相關的知識，並由數學、科學與科技教師共同教導此一課程。此一模式與 M+S+T+ (MST) 模式的差異點在於不強調數學、科學、科技知識的分立性，而是著重在系統化的介紹與課程相關的知識。藉此，可使學生學習日常生活中科技產品的相關原理，進而培養其自我統整的能力。雖然，MST Integrated Program 模式在三種模式中是屬於最難實踐的模式，但是其設計的理念卻十分具有價值。

綜言之，以台灣的學制而言，前述三種科際統整模式主要以「TMS」以及「M+S+T+(MST)」兩項模式的可行性較高；然而，就現階段台灣的教育制度而言，以科技課程為主體，進而協助學生學習統整與科技相關的科學與數學知識，將是可行性較高的方式。

透過前述文獻的分析，科際整合與創造力對於未來生活科技課程的發展而言，應該會扮演重要的角色，故如何透過科際整合的學習，一方面提供學生在建模過程中所需的相關專業知識，另一方面亦透過建模以培育學生的創造力，相信方能逐步建構出生活科技課程的價值。

三、MST 統整課程與創造力的關係

就 MST 統整課程與創造力的關係而言，主要有下列幾項重要的文獻：

(一) 吳怡瑄和葉玉珠 (2003) 曾針對台北、高雄四所國小三、四年級學生，

共計 21 名教師與 625 名學生進行主題統整教學，進而探討主題統整教學對於學生科技創造力的影響；研究結果顯示，主題統整教學的實施程度對於學生科技創造力的表現有顯著的效果。因此，若能在生活科技課程中善用主題統整教學策略，相信應能對於學生科技創造力的培育有所助益。

(二) 林坤誼和游光昭(2004)曾深入探討中小學科技素養教育與學生創造力的關係，文獻分析結果顯示中小學科技素養教育若能著重「科際整合」(如 MST)，並透過動手實作活動以提供學生統整數學、科學、科技理論與實務的經驗，相信應能有助於學生的創造力培育。

針對前述兩份文獻結果，吳怡瑄和葉玉珠(2003)所進行的實驗教學活動缺乏提供學生實際動手製作產品的經驗，而林坤誼和游光昭(2004)則又僅侷限於文獻的分析與探討，缺乏實際教學實驗的驗證。因此，MST 統整課程與國中生創造力的關係仍有待進一步的驗證。

參、研究設計與實施

一、研究對象

參與本研究的實驗教學的人員共有台北市立某國中的教師與學生，分述如下：

(一) 實驗教學教師

本研究負責實驗教學的教師是台北市立某國中的陳老師，其中陳老師分別教導三班實施統整課程的班級與三班實施傳統課程的班級。

(二) 實驗教學學生

本研究參與實驗教學的學生主要為台北市立某國中的國二階段學生，而此一選取相同學習階段學生的原則，主要是為避免若選取不同階段的學生時，其心智發展成熟度不一，進而可能對本研究造成影響。

二、實驗設計

本研究主要為分析與探討「數學－科學－科技（MST）的統整課程」對國中生創造力的影響，為了避免造成學校行政上之困擾，本計畫的研究對象並不採用隨機分派，而採「準實驗設計」（quasi-experimental design）以進行研究。其原因在於期望能控制（或至少降低）教學過程中之不當干擾因素，例如 Fraenkel 和 Wallen 所指出的實驗地點、資料蒐集者的特色、資料蒐集者的偏誤、研究對象的態度、研究的實施等對內部效度的威脅（楊孟麗、謝水南，2003）。本實驗的設計模式如表 2 所示。

表 2 實驗設計模式

組別	前測	實驗處理	後測
實驗組	O ₁	MST 統整課程	O ₂
控制組	O ₃	傳統課程	O ₄

資料來源：郭生玉，1997。

三、研究架構

本研究的研究架構如圖 4 所示，主要目的為了解 MST 統整課程與國中生創造性思考能力、創造性傾向之關係；緣此，研究者主要採用準實驗設計模式進行研究，實驗組學生主要接受 MST 統整課程，而控制組學生則主要接受傳統課程；此外，為降低實驗過程中的因素影響，實驗組與控制組學生皆為常態分班（故其基本學力可視為一致）、且皆使用相同的學習環境與評量工具。

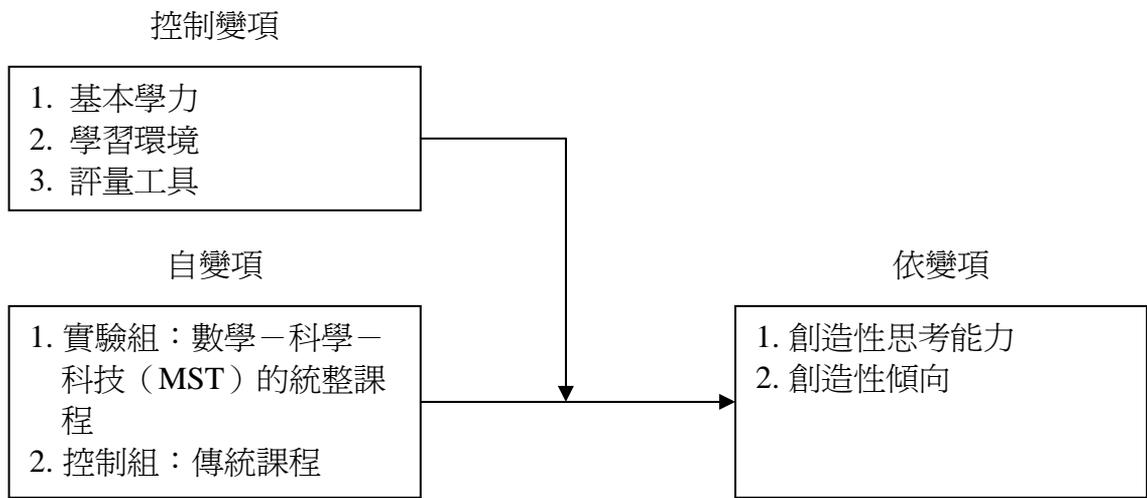


圖 4 研究架構圖

四、研究工具

本研究所使用的研究工具主要為林幸台和王木榮（1998）所發展之「修訂後的威廉斯創造力測驗」，該測驗在透過嚴格的信度（包含評分者信度、重測信度、內部一致性）、效度（包含與陶倫思圖形創造思考測驗、賓州創造傾向量表的效標關聯效度等）考驗與常模的建立。就常模方面而言，常模樣本依人口及城鄉規模分層抽樣，「創造性思考活動」有效樣本共 2283 名、「創造性傾向量表」有效樣本共 2294 名，並於 1994 年年底分別建立國小至高中常模；就信度方面而言，內部一致性係數介在.401~.877 之間、重測信度介在.489~.81 之間、評分者間信度介在.878~.992 之間，以上相關係數皆達.05 顯著水準；就效度方面而言，同時效度以「陶倫思圖形創造思考測驗」為效標，其兩者相關介在.261~.545 之間，以上相關係數皆達.05 顯著水準。修訂後的威廉斯創造力測驗主要適用對象為六歲至十八歲的男女生，其內容主要包含下列兩項：

（一）威廉斯創造性思考活動

指受試者在經過威廉斯創造性思考活動後，其在流暢力、開放性、變通力、獨創力、精密力、標題等六方面所獲得之分數，分述如下（林幸台、王木榮，

1998)：

1. 流暢力：包含量的擴充、思路流暢、相關反應的多寡等。
2. 開放性：包含不尋常的反應、聰慧的反應、出現不同凡響的結果。
3. 變通力：包含各種反應的多樣性、轉移類別的能力、迂迴變化的思路。
4. 獨創力：包含不尋常的反應、聰慧的反應、出現不同凡響的結果。
5. 精密力：包含修飾所提出的意見、擴展簡單的意念使其更趨完美、引申事物或看法。
6. 標題：係指語文能力，屬於智力結構中之擴散性語意轉換。

前述開放性與獨創力的意義一致，主要差別為採用不同的評分原則以進行計分。

(二) 威廉斯創造性傾向量表

指受試者在經過威廉斯創造性傾向量表後，其在冒險性、好奇心、想像力、挑戰力等四方面所獲得之分數，分述如下（林幸台、王木榮，1998）：

1. 冒險性：包含勇於面對失敗或批評、敢加以猜測、在缺乏結構的情境中完成任務、為自己的意念辯護。
2. 好奇心：包含富有追根究底的精神、隨意玩弄意念、樂於接觸撲朔迷離的情境、肯深入思索事務的奧妙、把握特定的徵兆觀察其結果。
3. 想像力：包含視覺化並建立新象、想像從未發生過的事、直覺地感受、超越感官即現實的界限。
4. 挑戰性：包含尋求更多可能性、洞悉現實與理想間的差距、自雜亂中理出頭緒、深究複雜的問題或意念。

五、資料統計分析方法

本研究主要採用下列統計方法，以分析本研究的相關資料：

(一) 次數分配與百分比：用以呈現學生的基本資料分布情形。

(二) 共變數分析：以依變項和自變項的共變數，考驗變項是否符合迴歸同質性之基本假定及共變數是否為線性關係，再進行單因子共變數分析 (ANCOVA)，進而探討接受 MST 統整課程的學生在威廉斯創造力測驗方面是否會顯著優於接受傳統課程的學生。

肆、研究結果與討論

本研究為探討接受 MST 統整課程學生在威廉斯創造性思考活動、威廉斯創造性傾向活動方面與接受傳統課程學生的差異，故以 SPSS 10.0 作為資料分析的主要工具，而共變數分析則為主要的分析方法，分述如下：

一、學生基本資料分析

本研究實驗對象為台北市立某國中二年級的學生，其基本資料統計結果如下表 3：

(一) 性別：在性別方面男生共有 88 人 (佔 52.1%)、女生共有 81 人 (佔 47.9%)，因此男生與女生的比例大致相近，可避免因為性別因素所造成的誤差。

(二) 班級人數：在班級人數方面，某國中主要採取全校常態分班，其中「班級 1」31 人 (佔 18.3%)、「班級 2」31 人 (佔 18.3%)、「班級 3」26 人 (佔 15.4%)、「班級 4」26 人 (佔 15.4%)、「班級 5」29 人 (佔 17.2%)、「班級 6」28 人 (佔 15.4%)，因此各個班級人數大致相近，可避免因為班級人數過多或過少所造成的誤差。

(三) 組別人數：在實驗組與控制組人數方面，「實驗組」主要由班級 1、班級 2、班級 3 組成，共計 88 人 (佔 52.1%)；而「控制組」主要由班級 4、班級 5、班級 6 組成，共計 81 人 (佔 47.9%)，因此實驗組與控制組的人數大致相近，可以避免因為人數過多或過少所造成的誤差。

表 3 某國中學生基本資料統計

學生背景資料	類別	人數	百分比 (%)
性別	男	88	52.1%
	女	81	47.9%
班別	班級 1	31	18.3%
	班級 2	31	18.3%
	班級 3	26	15.4%
	班級 4	26	15.4%
	班級 5	29	17.2%
	班級 6	28	15.4%
課程種類	MST 統整課程	88	52.1%
	傳統課程	81	47.9%

二、MST 統整課程對學生創造力之影響

為分析實驗組學生與控制組學生在威廉斯創造力測驗的差異情形，並了解實驗處理之後的效果，本研究以受試者在威廉斯創造性思考活動、威廉斯創造性傾向活動之前測分數為共變項，後測分數為依變項，進行共變數分析，並以 $\alpha = .05$ 為顯著水準進行假設考驗。茲將結果分述如下：

(一) 創造性思考活動方面

由表 4 的創造性思考活動得分方面，可知實驗組國中生在流暢力、開放性、變通力、獨創力、以及精密力方面的後測分數皆高於前測分數，而控制組學生則僅在流暢力、變通力與獨創力方面的後測分數略高於前測分數。

表 4 國中生在創造性思考活動得分之平均數與標準差

組別	流暢力		開放性		變通力		獨創力		精密力		標題	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
實驗組(88)												
1.前測	10.82	1.97	25.33	6.03	7.05	1.57	12.98	4.78	11.31	5.01	13.10	4.10
2.後測	11.84	.66	26.43	4.26	7.60	1.28	14.85	3.78	13.40	4.51	12.86	2.28
控制組(81)												
1.前測	11.30	1.60	26.04	5.52	7.17	1.66	13.23	4.17	14.38	5.32	14.14	4.08
2.後測	11.60	1.17	24.47	4.63	7.73	1.40	13.84	4.34	12.77	4.77	12.94	2.79
整體(169)												
1.前測	11.05	1.82	25.67	5.78	7.11	1.61	13.10	4.49	12.78	5.37	13.60	4.11
2.後測	11.73	.94	25.49	4.53	7.66	1.34	14.37	4.08	13.09	4.64	12.90	2.53

註：實驗組代表接受 MST 統整課程、控制組代表接受傳統課程。

除了表 4 國中生在創造性思考活動得分的初步基本資料外，以下主要針對流暢力、開放性、變通力、獨創力、精密力、以及標題等方面，進行共變數分析如下：

1.創造性思考活動之流暢力部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性思考活動之流暢力部分而言，實驗組平均得分為 11.84、標準差.66，控制組平均得分為 11.60、標準差 1.71。由表 5 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為 23.500、p 值為.000，達到.05 的顯著水準，表示創造性思考活動之流暢力部分成績的高低會因學生是否接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。亦即，接受 MST 統整課程的學生在創造性思考活動之流暢力部分的成績顯著優於接受傳統課程的學生。

2.創造性思考活動之開放性部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性思考活動之開放性部分而言，實驗組平均得分為 26.43、標準差 4.26，控制組平均得分為 24.47、標準差 4.63。由表 5 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為 12.537、p 值為.001，達到.05 的顯著水準，表示創造性思考活動之開放性部分成績的高低會因是否接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。亦即，接受 MST 統整課程的學生在創

造性思考活動之開放性部分的成績顯著優於接受傳統課程的學生。

3.創造性思考活動之變通力部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性思考活動之變通力部分而言，實驗組平均得分為 7.60、標準差 1.28，控制組平均得分為 7.73、標準差 1.40。由表 5 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為.196、p 值為.659，並未達到.05 的顯著水準，表示創造性思考活動之變通性部分成績的高低並不會因為接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。換句話說，使用 MST 統整課程或者傳統課程並不影響學生在創造性思考活動之變通力部分的成績。

4.創造性思考活動之獨創力部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性思考活動之獨創力部分而言，實驗組平均得分為 14.85、標準差 3.78，控制組平均得分為 13.84、標準差 4.34。由表 5 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為 4.411、p 值為.37，已達到.05 的顯著水準，表示創造性思考活動之獨創力部分成績的高低會因是否接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。換句話說，接受 MST 統整課程的學生在創造性思考活動之獨創力部分的成績顯著優於接受傳統課程的學生。

5.創造性思考活動之精密力部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性思考活動之精密力部分而言，實驗組平均得分為 13.40、標準差 4.51，控制組平均得分為 12.77、標準差 4.77。由表 5 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為 5.885、p 值為.016，已達到.05 的顯著水準，表示創造性思考活動之精密力部分成績的高低會因為接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。亦即，接受 MST 統整課程的學生在創造性思考活動之精密力部分的成績顯著優於接受傳統課程的學生。

6.創造性思考活動之標題部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性思考活動之標題部分而言，實驗組平均得分為 12.86、標準差 2.28，控制組平均得分為 12.94、標準差 2.79。由表

5 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為.641、p 值為.425，並未達到.05 的顯著水準，表示創造性思考活動之標題部分成績的高低不會因為有否接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。亦即，使用 MST 統整課程或者傳統課程並不影響學生在創造性思考活動之標題部分的成績。

表 5 創造性思考活動共變數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p
1.流暢力					
組間（組別）	16.650	1	16.650	23.500*	.000
組內（誤差）	116.905	165	.709		
2.開放性					
組間（組別）	202.590	1	202.590	12.537*	.001
組內（誤差）	2682.559	166	16.160		
3.變通力					
組間（組別）	.297	1	.297	.196	.659
組內（誤差）	251.661	166	1.516		
4.獨創力					
組間（組別）	53.967	1	53.967	4.411*	.037
組內（誤差）	2030.977	166	12.235		
5.精密力					
組間（組別）	109.198	1	109.198	5.885*	.016
組內（誤差）	3079.911	166	18.554		
6.標題					
組間（組別）	2.957	1	2.957	.641	.425
組內（誤差）	766.382	166	4.617		

*p < .05

綜上所述，在威廉斯創造性思考活動方面，接受 MST 統整課程的學生在變通力與標題等二方面的表現並未顯著優於接受傳統課程的學生；但在流暢力、開放性、獨創力與精密力等四方面，接受 MST 統整課程的學生表現顯著優於接受傳統課程的學生。

（二）創造性傾向量表方面

由表 6 的創造性傾向量表得分方面，可知實驗組國中生在冒險性、好奇心、

想像力、以及挑戰性方面的後測分數皆略高於前測分數，而控制組學生則僅在好奇心、想像力方面的後測分數略高於前測分數。

表 6 國中生在創造性傾向量表得分之平均數與標準差

組別	冒險性		好奇心		想像力		挑戰性	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
實驗組(85)								
1.前測	26.64	2.89	30.54	3.51	27.59	4.45	28.32	3.21
2.後測	26.73	2.86	30.89	3.94	28.45	4.36	28.56	3.03
控制組(78)								
1.前測	26.65	2.90	30.24	3.75	27.55	4.75	27.74	3.35
2.後測	26.55	2.89	30.17	3.73	27.71	4.60	27.26	3.56
整體(163)								
1.前測	26.64	2.88	30.40	3.62	27.57	4.59	28.04	3.28
2.後測	26.64	2.87	30.55	3.85	28.09	4.48	27.94	3.35

註：實驗組代表接受 MST 統整課程、控制組代表接受傳統課程。

除了表 6 國中生在創造性傾向量表得分的初步基本資料外，以下主要針對冒險性、好奇心、想像力、以及挑戰性等方面，進行共變數分析如下：

1.創造性傾向量表之冒險性部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性傾向量表之冒險性部分而言，實驗組平均得分為 26.73、標準差 2.86，控制組平均得分為 26.55、標準差 2.89。由表 7 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為.254， p 值為.615，並未達到.05 的顯著水準，表示創造性傾向量表之冒險性部分成績的高低並不會因為接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。換句話說，使用 MST 統整課程或者傳統課程並不影響學生在創造性傾向量表之冒險性部分的成績。

2.創造性傾向量表之好奇心部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性傾向量表之好奇心部分而言，實驗組平均得分為 30.89、標準差 3.94，控制組平均得分為 30.17、標準差 3.73。由表 7 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為 1.314、 p 值為.253，並未達到.05

的顯著水準，表示創造性傾向量表之好奇心部分成績的高低並不會因為接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。亦即，使用 MST 統整課程或者傳統課程並不影響學生在創造性傾向量表之好奇心部分的成績。

3.創造性傾向量表之想像力部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性傾向量表之想像力部分而言，實驗組平均得分為 28.45、標準差 4.36，控制組平均得分為 27.71、標準差 4.60。由表 7 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為 2.842、p 值為.094，並未達到.05 的顯著水準，表示創造性傾向量表之想像力部分成績的高低會因為接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。亦即，使用 MST 統整課程或者傳統課程並不影響學生在創造性傾向量表之想像力部分的成績。

4.創造性傾向量表之挑戰性部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性傾向量表之挑戰性部分而言，實驗組平均得分為 28.56、標準差 3.03，控制組平均得分為 27.26、標準差 3.56。由表 7 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為 5.772、p 值為.017，已達到.05 的顯著水準，表示創造性傾向量表之想像力部分成績的高低會因為接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。換句話說，接受 MST 統整課程的學生在創造性傾向量表之挑戰性部分的成績顯著優於接受傳統課程的學生。

表 7 創造性傾向量表共變數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p
1.冒險性					
組間 (組別)	1.446	1	1.446	.254	.615
組內 (誤差)	910.057	160	5.688		
2.好奇心					
組間 (組別)	10.905	1	10.905	1.314	.253
組內 (誤差)	1328.239	160	8.301		
3.想像力					
組間 (組別)	20.688	1	20.688	2.842	.094
組內 (誤差)	1164.848	160	7.280		
4.挑戰性					
組間 (組別)	33.995	1	33.995	5.772*	.017
組內 (誤差)	942.398	160	5.890		

p < .05

綜上所述，在威廉斯創造性傾向量表方面，接受 MST 統整課程的學生在冒險性、好奇心、想像力等三方面的表現並未顯著優於接受傳統課程的學生；但在挑戰性方面，接受 MST 統整課程的學生的表現顯著優於接受傳統課程的學生。

伍、結論與建議

一、結論

本研究主要在探討 MST 統整課程學生在威廉斯創造性思考活動、威廉斯創造性傾向量表等方面的表現情形，透過共變數分析後，主要歸納出以下幾項結論：

(一) 在創造性思考活動的流暢力、開放性、獨創力與精密力等四方面，接受 MST 統整課程的學生表現顯著優於接受傳統課程的學生。

根據本研究的結果顯示，接受 MST 統整課程的學生在創造性思考活動的流暢力、開放性、獨創力與精密力等四方面，皆顯著優於接受傳統課程的學生。Frelldhusen 和 Treffinger (1980) 曾提出問題解決為主的課程能培育學生的流暢

力、變通力、精密力、以及獨創力，而此種觀點與本研究的結果大致相符合，亦即透過 MST 統整課程能夠培養學生的流暢力、獨創力、以及精密力。故未來的生活科技課程可以考慮採用 MST 統整課程模式以取代傳統課程模式，進而促進學生在創造力方面的培育。

(二) 在創造性傾向量表的挑戰性方面，接受 MST 統整課程的學生表現顯著優於接受傳統課程的學生。

根據本研究的結果顯示，接受 MST 統整課程的學生在創造性傾向量表的挑戰性方面，顯著優於接受傳統課程的學生。換言之，接受 MST 統整課程的學生由於必須善用數學、科學與科技原理以發展不同解決方案，進而解決其所面臨的問題；因此接受 MST 統整課程的學生傾向更能夠面對挑戰，包含尋求更多可能性、洞悉現實與理想間的差距自雜亂中理出頭緒、深究複雜的問題或意念（林幸台、王木榮，1998）。故未來的生活科技課程可以考慮採用 MST 統整課程模式以取代傳統課程模式，進而促進學生在創造力方面的培育。

(三) MST 統整課程應強化國中生在變通力與標題方面的能力

根據本研究結果顯示，在創造性思考活動方面的變通力與標題的得分並未達到顯著差異；然而根據林幸台和王木榮（1998）的定義，變通力代表包含各種反應的多樣性、轉移類別的能力、迂迴變化的思路，而標題係指語文能力，屬於智力結構中之擴散性語意轉換。MST 統整課程的主要目的便是期望學生能夠將理論與實務結合，製作出創意產品，並能適切的向他人傳達設計構想；因此，變通力與標題等兩項能力對於學生而言應十分重要，故針對此一缺失而言，十分值得未來發展 MST 統整課程時予以改進。

(四) MST 統整課程應強化國中生在冒險性、好奇心與想像力方面的能力

根據本研究結果顯示，在創造性傾向量表方面的冒險性、好奇心與想像力的得分並未達到顯著差異；然而根據林幸台和王木榮（1998）的定義，冒險性包含勇於面對失敗或批評、敢加以猜測、在缺乏結構的情境中完成任務、為自己的意念辯護；好奇心包含富有追根究底的精神、隨意玩弄意念、樂於接觸撲朔迷離的情境、肯深入思索事務的奧妙、把握特定的徵兆觀察其結果；而想像力則包含視覺化並建立新象、想像從未發生過的事、直覺地感受、超越感官即

現實的界限。因此，冒險性、好奇心與想像力對於製作創意產品而言亦十分重要，故代表本研究所發展的 MST 統整課程並未能適切的激發學生在此三方面的創造力傾向，故針對此一缺失而言，十分值得未來發展 MST 統整課程時予以改進。

二、相關建議

(一) 創造力培育方面

由於本研究所發展的 MST 統整課程的實驗結果有助於學生創造力的培育，因此，各個國中階段教育機構之生活科技課程發展小組，未來若欲發展學校本位生活科技課程時，可考慮參考本研究所發展之 MST 統整課程，以達成培育學生創造力的目標。

(二) 科際整合方面

由於國民中小九年一貫課程強調達到科際整合學習的重要性，而根據本研究之研究結果顯示 MST 統整課程不但可以達到科際整合的目標，更有助於學生創造力的培育；因此，未來國中教師可考慮採用 MST 統整課程以協助學生達到科際整合學習的目標。

(三) 未來研究方面

透過本研究的結果雖可確認透過 MST 統整課程有助於學生創造力的培育，但未來仍有必要更進一步的仔細分析不同創造者特質 (persons)、創造環境 (place)、創造歷程 (process)、創造產品 (product) 與創造力培育的關係，並藉此逐漸將創造力的培育豎立為生活科技課程的主要目標。

參考文獻

- 毛連塏 (2000a)：創造力研究的發展。載於毛連塏、郭有遙、陳龍安、林幸台著，**創造力研究**，56—125。台北：心理出版社。
- 毛連塏 (2000b)：緒論。載於毛連塏、郭有遙、陳龍安、林幸台著，**創造力研究**，2—55。台北：心理出版社。

- 吳怡瑄、葉玉珠 (2003)。主題統整教學、年級、父母社經地位與國小學童科技創造力之關係。師大學報：教育類，48 (2)，239—260。
- 李隆盛 (1997)：科技教育的課題。中學工藝教育，30 (9)，2—6。
- 李德高 (1980)。創造心理學。台北：五南圖書出版社。
- 林幸台、王木榮 (1998)。威廉斯創造力測驗指導手冊。台北：心理出版社。
- 邱皓政、葉玉珠 (1998)：技術創造力的定義。論文發表於技術創造力研討會，國立中山大學，高雄。
- 張世慧 (2003)：創造力—理論、技術／技法與培育。台北：張世慧。
- 教育部 (2002)，創造力白皮書相關檔案。民國 91 年 9 月 4 日，取自 <http://www.edu.tw/consultant/bbs.htm/>。
- 郭生玉 (1997)，心理與教育研究法。中和：精華書局。
- 楊孟麗、謝水南 (譯) (2003)。J. R. Fraenkel & N. E. Wallen 著。教育研究法：研究設計實務。台北：心理出版社。
- 蔡福興、游光昭 (2003)。「數學、科學、科技」科際整合策略應用於網路學習環境的設計與研究。屏東師院學報，19，139—176。
- Amabile, T. M. (1983). *The Social Psychology of Creativity*. N. Y.: Springer-Verlag.
- Davis, G. A. (1986). *Creativity is forever (2nd ed.)*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt.
- Davis, G. A. (1991). Teaching creativity thinking. In N. Colangelo & G. A. Davis (Eds), *Handbook of gifted education* (pp. 236-244). Boston: Allyn & Bacon.
- Davis, G. A., & Rimm, S. B. (1985). *Education of the gifted and talented*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Davis, T. & Gilbert, J. (2003). Modelling: promoting creativity while forging links between science education and design and technology education. *Canadian journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 3(1), 67-82.
- Feldhusen, J. F., & Treffinger, D. J. (1980). *Creative thinking and problem solving in gifted education*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt.
- Fogarty, R. (1991). How our team dissolved the boundaries. *Educational Leadership*, 49(1), 61-65.
- Foster, P. (1994). Must we MST? *Journal of Technology Education*, 6(1), 76-84.
- Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. N.Y.: McGraw-Hill.

- Hennessey, B. A., & Amabile, T. M. (1987). *Creativity and learning*. Washington, DC: NEA Professional Library.
- Howard-Jones, P. A. (2002). A dual-state model of creative cognition for supporting strategies that foster creativity in the classroom. *International Journal of Technology and Design Education*, 12, 215-226.
- Karnes, M. B., McCoy, G. F., Zehrbach, R. R., Wollersheim, J. P., Clarizio, H. F., Costim, L., & Stanley, L. S. (1961). *Factors associated with underachievement and overachievement of intellectually gifted children*. Champaign, IL: Champaign Community Unit Schools.
- Michael, K. Y. (2001). The effect of a computer simulation activity versus a hands-on activity on product creativity in technology education. *Journal of Technology Education*, 13(1), 31-43.
- New York State Education Department. (1997). *Best practices: 5 Guiding principles*. Retrieved February 14, 2004, from <http://www.emsc.nysed.gov/guides/mst/part11.pdf/>.
- Peterson, R. E. (2002). Establishing the creative environment in technology education. *The Technology Teacher*, 61(4), 7-10.
- Subotnik, R. F. (1988). Factors from the structure of intellect model associated with gifted adolescents' problem finding in science: Research with Westinghouse science talent search winners. *Journal of Creative Behavior*, 22, 42-54.
- Treffinger, D. J. (1980). *Encouraging creative learning for the gifted and talented*. Ventura, CA: Ventura County Schools/LTI.
- Wicklein, R. C. (1993). Identifying critical issues and problems in technology education using a modified-Delphi technique. *Journal of Technology Education*, 5(1), 53-70.
- Williams, F. E. (1969). Models of encouraging creativity in the classroom by integrating cognitive-affective behaviors. *Educational Technology*, 9, 7-13.