

國民中學生物科「學生活動中心」教學模式 的本質與其教學效果的比較研究

楊榮祥

國立臺灣師範大學生物系

近二十年，國內外許多學者都在討論 Bruner 的發現式學習 (Learning by discovery) 與 BSCS 的探討 (探究) 式學習 (Inquiry learning) 。這些學習方法，都著重學生經由親身經驗來學習科學，也要讓學生「運用探討科學的方法，來學習科學」，也是「重 (探討科學的) 過程 (process) ，而不偏重其成果 (product) 的學習 (Schwab, 1965) 」。

爲提高科學素養，學生不單要具有正確的基本科學概念，還要具備「以科學態度面對問題，應用科學方法以解決問題」的能力。因此，在國內，到目前爲止探討式的教學從未 (或很少) 受過正面的反對。但事實上，在學校之中，却很少看到探討式的教學。筆者曾調查研究過「國中生物教師對於教學目標的認定問題」，結果發現：絕大多數 (無論本科系或非本科系畢業) 的國中生物教師都不忽略有關科學過程技能 (process skills) 教學目標的重要性，却都認爲那是他們「成就最低的教學目標」 (楊，民國 71 年) 。經進一步調查在職訓練的教師意見時，多數教師表示：

「探討式教學也許適合美國那樣的小班級教學，像我們四、五十人，甚至六十人的大班，實在無法進行探討式教學」。

再進一步追究爲什麼大班級教學就不能實施探討式教學，教師們的看法可歸納如下：

- (1) 探討式教學會拖慢教學進度。
- (2) 探討式教學只適合高智能的學生。
- (3) 在大班級中，教師只能顧到中等學生，較高與較低智能的學生都會被忽略。

結果，多數教師還是喜歡用「講解式」或「教師中心」的教學，因爲他們認爲唯有如此，始能「控制」進度，並「顧及」所有的學生。果真如此？讓我們來研討「探討式教學模式」在大班級教學的功效。

一、講解式與探討式教學模式的本質

培養具有科學素養的未來公民，這種多元性目標，絕不可能用單一教學模式所能達成。科學教師必須具有善用各種不同的教學模式，在不同的單元、不同的學習環境中靈活運用以達成預期的教學目標。

在科學教室內，可派上用場的教學模式很多，在本計畫先研究其中最基本兩類教學模式的功效。

(1) 教師活動為中心的講解式 (expository learning)

(2) 學生活動為中心的探討式 (inquiry learning)

為便於分析，依教師與學生活動的不同份量選有下列三種教學模式為本研究的處理因素 (treatment factor)。

第 I：主動探討模式 (True inquiry model)

第 II：引導式探討模式 (Guided inquiry model)

第 III：組織因子模式 (Advance organizer model)

這三種教學模式都屬於資料處理類 (Information processing family of models of instruction) (Joyce, B., Weil, M., 1980) 的教學模式。其中第 I、II 模式都屬於「探討式」，而第 III 模式則屬於「講解式」。這三種教學模式的異同可摘要如下：

(1) 三種模式都著重「概念學習 (concept learning)」，但，在組織因子模式，要先由教師提出概念，然後再提示有關數據以幫助學生組織其認知結構 (cognitive structure, Ausubel, 1963)；探討模式則剛剛相反，要讓學生先觀察或研判數據，然後由學生根據事實歸納出新的概念、原理或法則。在探討的模式中，process 要比 product 重要得多。

(2) 在組織因子模式，教師先要處理大量的知識資料，根據學生舊經驗，組織成「有意義的 (meaningful)」與「有效的 (efficient)」型態，經由「組織因子 (organizer)」授給學生，以加強學生的認知結構 (Ausubel, 1960)。探討模式則以學生活動為中心，教師以提供「適合學生進行探討活動的環境與材料，以及提示」為核心工作。

(3) 兩種探討模式在基本精神及過程上彼此相同，只是在探討過程中師生間有不同方向的交互作用。「探討訓練」的模式注重學生主動的發問活動 (student initiated inquiry)，故稱為「主動探討模式」；而在科學探討模式，則以教師主動的發問 (teacher initiated inquiry) 為主，故稱為引導式探討 (guided inquiry)，均為基本的探討模式。(參照表 1)

表 1 三種教學模式的特點比較

〔 比 較 〕	模 式 I 主 動 探 討	模 式 II 引 導 式 探 討	模 式 III 組 織 因 子
1.教材的概念結構	重視概念結構	重視概念結構	重視概念結構
2.探討過程	學生主動的發問活動	教師主動的發問活動	教師的講解活動
3.單一應發展的概念	由學生經活動歸納出	由學生經活動歸納出	由教師提示(解釋)
4.教學活動重點	過程(求知技能)	過程(求知技能)	成果(獲得知識)
5.教師的任務	顧問(嚮導)	顧問(嚮導)	講解者(演講人)
6.教學活動	學生中心	學生中心為原則	教師中心

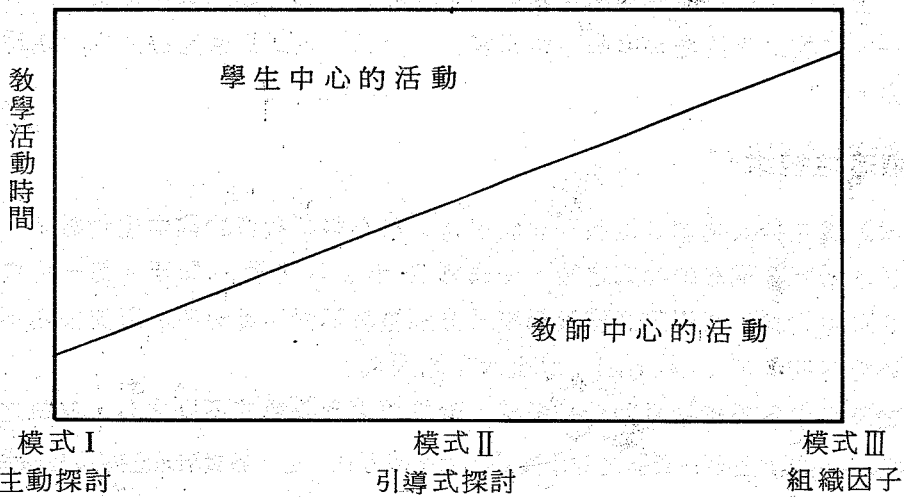


圖 1 三種教學模式，教師——學生交互作用之比較

表 2 三種教學模式教學活動流程之比較

主 動 探 討 模 式	引 導 式 探 討 模 式	組 織 因 子 模 式
第一階段：提示問題 1. 說明探討步驟或方法。 2. 提示問題。	第一階段：提示問題 1. 提示研討範圍與方法。 2. 提示「問題」。	第一階段：提示組織因子 1. 闡明學習目標。 2. 提示組織因子。 3. 喚起舊經驗。
第二階段：收集數據（確認問題） 1. 確認「問題」中的物質與情境。 2. 確認「問題」的來源。	第二階段：組織問題 1. 尋求數據。 2. 建立假設。	第二階段：學習活動（提供學習材料） 1. 進行邏輯安排之學習活動。 2. 維持學習動機。 3. 運用組織因子以促進學習。
第三階段：收集數據（實驗驗證） 1. 分辨可能變因。 2. 假設驗證。	第三階段：分組實驗或討論 1. 分辨變因。 2. 試驗假設。	第三階段：加強認知組織 1. 統整新知與舊經驗。 2. 評鑑新知。
第四階段：解釋數據 1. 根據數據提出說明。	第四階段：解釋數據 1. 根據數據提出說明。	
第五階段：檢討探討過程		

一般而言，這三種最基本的教學模式都重視「有意義的學習」，但，正如圖表 1 所表示，這三種模式主要不同就是(1)師生間交互作用的型態不同，如圖表 1，(2)第一、二模式

(探討式) 要求學生經由觀察導出或歸納出新的概念，第三模式則由教師一一分析給學生了解。第一、二模式應較能發展學生科學能力，而第三模式則應能提高學生處理大批科學知識的能力。

二、實驗班之組成

先由本計畫主持人挑選 3 位教學經驗豐富又熱心科學教育的國中生物教師，施以短期訓練以熟習本研究 3 種教學模式之後，由民國 73 年 9 月施教一學年。每一位實驗教師都擔任至少 3 班生物課，都應用 3 種教學模式分別施教不同的實驗班，以消去由不同教師所引起可能影響內在效度 (internal validity) 的因素。

各實驗班均由各該校依常態分配編班，除採用之教學模式不同之外，施教之教材、實驗器材、進度均相同。各班所實驗之教學模式亦以隨機方式決定。各實驗班之組成可摘要如表 3。

表 3 實驗班組成一覽表

班級編號 (學生人數) 施教 模 式 擔任教師	模 式 I	模 式 II	模 式 III	合 計
	主動探討模式	引導式探討模式	組織因子模式	
羅 老 師	S 110 (46)	S 112 (46)	S 114 (46)	3 班 (138)
林 老 師	S 206 (45)	S 208 (33)	S 207 (39)	3 班 (117)
姬 老 師	S 228 (37)	S 237 (38)	S 227 (31) S 235 (31)	4 班 (137)
合 計	3 班 (128)	3 班 (117)	4 班 (147)	10 班 (392)

註：林、姬兩位教師所任各班均為女生班，羅所任三班均為男生。

三、研究工具

本研究所用之工具共有二種，分述如下：

1. 團體嵌圖測驗 (Group Embedded Figured Test, 簡稱 EFT)，係由 Witkin, Oltman, 與 Raskin 等 (1971) 所發展，常用為「極端群 (extreme group)」的分析。本工具含有 25 個圖型測驗，共分為三部分，第一部分有 7 題照 EFT 記分法並不算分，第二、三部分共 18 題，每題 1 分以 18 分為滿分。本工具信度及常模資料如下：

(1) 信度資料：根據本測驗手冊第 2 部分 (9 題) 平均分數與第 3 部分 (9 題) 平均分數的相關係數，再用 Spearman-Brown 公式加以校正，得信度係數如表 4。

(Witkin *et al.*, 1971.)

表 4 EFT 信度資料表

樣 群	人數	校正後信度係數
美國東部大學男生	80	.82
美國東部大學女生	97	.82

本研究曾以臺北市明德、金華及基隆市中正等三所國中一年級學生 731 名為對象，進行信度研究，由 K-R 第 21 號公式求得信度係數 .86。

(2) 常模資料：美國東部大學男生 (N=155) 平均 12.0 分，SD 為 4.1；女生 (N=242) 平均 10.8 分，SD 為 4.2 (Witkin, 1971)。在美國初級中學的學生群，EFT 的平均數為 9.5 分，標準差為 4.7 分 (Ronning & McCurdy, 1982)，在本研究北部地區三所國中 (臺北明德、金華及基隆中正國中) 一年級 731 位學生群測得平均數為 9.4，標準差 4.9。在本研究中 EFT 將用以區組「各班級中能力較高」「能力中等」「能力較低」等三群。

2. 國中學習情況調查國一生物科測驗 (簡稱 NSC-BT) 係由國科會所主持全國性學力調查工具，內容含十大題，包含有知識性、歸納性及擴散性思考問題，將用以比較實驗班與對照組的成就。信度及效度資料如下：

(1) 試題內容——效度資料：

表 5 NSC-BT 測驗內容雙向細目表

題數 (分數) 教材內容	測 試 技 能	知 識 (K)	歸納性思考 (I)	擴散性思考 (D)	合 計
1. 細 胞		1(4)			1(4)
2. 食物中能量		1(4)	1(2)	2(6)	4(12)
3. 滲 透		1(4)	1(2)	1(4)	3(10)
4. 酵 素		1(2)	2(4)		3(6)
5. 葉		2(6)	2(4)		4(10)
6. 恒 定 性			2(4)	1(2)	3(6)
7. 呼吸與光合作用		1(2)	1(6)	2(6)	4(14)
8. 遺 傳		3(10)	1(6)		4(16)
9. 天 擇			1(2)	2(7)	3(9)
10. 分 類			1(4)	2(9)	3(13)
合 計		10(32)	12(34)	10(34)	32(100)

(2) 以 Cronbach's alpha 考驗信度結果如表 6。

表 6 NSC-BT 信度資料

樣 群	人 數	Cronbach's Alpha
北部三校國中一年級學生	774	.84 **

**p < .01

(3) 各測試技能彼此間的相關：分別測試學生的 K、I、D 三種能力，其彼此間之相關 (Pearson 相關係數) 如表 7。可見各項技能之間保持適度的獨立性。

表 7 NSC-BT 的 K、I、D 之間的相關係數 (N=772)

	K	I	D
K	—	.61 **	.68 **
I		—	.65 **
D			—

**p < .01

四、實驗設計

三種教學模式與傳統的教學法的比較——共變數分析 (ANCOVA)：

這三種教學模式都強調「有意義的學習」，探討式的兩種模式著重過程技能的訓練，組織因子模式則強調認知結構之充實。三種模式之間自有不同的教師與學生之間的交互作用，第四部分將分析三種教學模式與一般傳統的教學模式做個比較。

七十三學年度國科會例行之國中生物科學力調查抽測試題內容含有十大主題，可測試下列三項成就：

1. 知識 (knowledge gain, 簡稱 K)
2. 歸納性思考 (inductive thinking, 簡稱 I)
3. 擴散性思考 (divergent thinking, 簡稱 D)

為比較傳統的教學模式，在臺北與基隆兩市洽商三校 (金華、明德、基隆中正國中) 共 320 位學生為對照組，因均無法事先「隨機分派」實驗班與對照組，乃在抽試之前進行 EFT，以 EFT 得分為共變數，分別考驗實驗班與對照班三項成就。

本實驗設計可摘要如下：

1. 實驗處理 (treatment)

a₁：主動探討模式 (n=125)

a₂：引導式教學模式 (n=117)

a₃：組織因子教學模式 (n=141)

a₄：傳統的教學模式 (n=320)

2. 依變量 (dependent variables)

(1) 國中生物學力測驗：知識 (K) 部分分數

(2) 國中生物學力測驗：歸納性思考 (I) 部分分數

(3) 國中生物學力測驗：擴散性思考 (D) 部分分數

3. 共變量 (covariate) 為 EFT 分數。

如果共變數分析結果 F 值達到顯著水準，再以 Duncan's test 考驗各組調節後平均數 (adjusted means) 之間的差異顯著性。

五、數據分析

本部分以 EFT 為共變量，用 NSC-BT 為依變量，比較其知識 (knowledge gain, 簡稱 K)，歸納性思考 (inductive thinking, 簡稱 I)，及擴散性思考 (divergent thinking, 簡稱 D) 的成就。

就 K、I、D 三項依變項分別進行單因子共變數分析 (ANCOVA)，結果摘要如表 8。

表 8 四種教學模式共變數分析摘要表

依 變 項	變 異 來 源	SS'	df	MS'	F
K (知識)	組內 (教學模式)	1674.65	3	558.21	17.67 **
	組間 (誤差)	22049.51	698	31.59	
I (歸納性思考)	組內 (教學模式)	1803.35	3	601.11	19.50 **
	組間 (誤差)	21509.85	698	30.81	
D (擴散性思考)	組內 (教學模式)	6339.22	3	2113.67	53.18 **
	組間 (誤差)	27734.38	698	39.73	

** p < .01

由表 8 的摘要可知，即使根據 EFT 加以調整之後，三項依變項在教學模式之間的差異都達到 .01 顯著水準，因此分別以 Duncan's new multiple range test (謝廣全，民國 72 年) 進行事後考驗，以決定這四種教學模式的平均數之間的差異顯著性。

各模式各項平均分數列表如表 9。

表 9 四種教學模式各項平均分數一覽表 (總人數 = 703)

教 學 模 式	N	K 項平均分數		I 項平均分數		D 項平均分數	
		未調整	調整後	未調整	調整後	未調整	調整後
I. 主動探討模式	125	16.75	16.50	22.20	21.95	19.95	19.62
II. 引導式探討模式	117	16.61	16.69	21.08	21.17	17.96	18.07
III. 組織因子模式	141	15.42	15.54	20.38	20.50	16.64	16.80
IV. 傳統教學模式	320	13.19	13.20	18.07	18.09	12.32	12.33

就各依變項分別比較各組平均分數之間的差異。

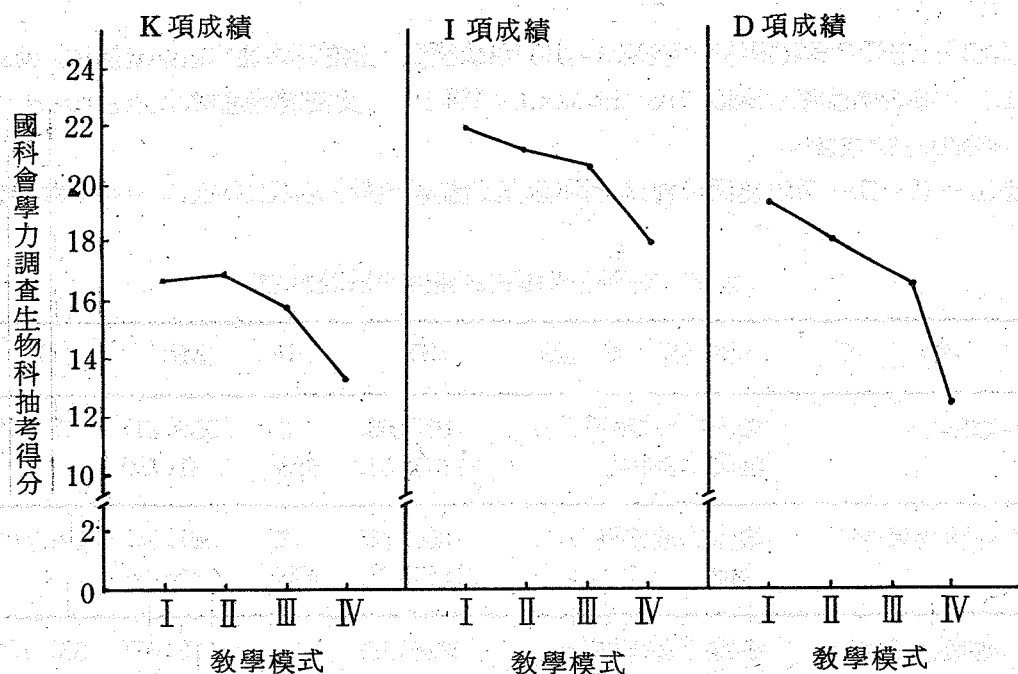


圖 2 實驗班 (I、II、III) 與對照班 (IV) 各項成績之比較

表 10 K 項各組平均分數差距考驗 (Duncan 法)

教 學 模 式	I. 主動探討	II. 引導式探討	III. 組織因子	IV. 傳統模式
I. 主動探討	—	.19	.96	3.30 **
II. 引導式探討		—	1.15	3.49 **
III. 組織因子			—	2.34 **
IV. 傳統模式				—

** $p < .01$

表 11 I 項各組平均分數差距考驗 (Duncan 法)

教學模式	I. 主動探討	II. 引導式探討	III. 組織因子	IV. 傳統模式
I. 主動探討	—	.78	1.45 *	3.86 **
II. 引導式探討		—	.67	3.08 **
III. 組織因子			—	2.41 **
IV. 傳統模式				—

* p < .05 ** p < .01

表 12 D 項各組平均分數差距考驗 (Duncan 法)

教學模式	I. 主動探討	II. 引導式探討	III. 組織因子	IV. 傳統模式
I. 主動探討	—	1.55 *	2.82 **	7.29 **
II. 引導式探討		—	1.27	5.74 **
III. 組織因子			—	4.47 **
IV. 傳統模式				—

* p < .05 ** p < .01

分析

1. 由表 10 ~ 12 與圖 2，可知實驗班無論採用那種教學模式其 K、I、D 各項成績均顯著優於傳統教學模式 (控制) 班。

2. 由表 9 與 10 在 K 項成績中，三種教學模式之間，並無顯著差異，可見這三種模式對於學習「科學知識」的成效都差不多，但都優於傳統式的教學模式。

3. 由表 9 與 11 在 I 項成績中，主動探討模式的功效顯然比組織因子模式的大，但，主動探討與引導式模式，以及引導式與組織因子模式之間，則無顯著差異。可見主動探討模式顯然最有利於培養學生「歸納性思考」能力。但比起傳統式教學模式，實驗班的三種模式都有顯著優異的成效。

4. 由表 9 與 12，就 D 項的成績而言，主動探討模式的功效顯然比其他各模式都好。引導式探討與組織因子模式之間，則看不出有顯著差異，但，比傳統教學模式則有顯著較好的功效。

共變數分析結果，顯示(1)這三種教學模式無論 K、I、D，比傳統教學模式都有較好的功效。(2)關於「科學知識」的學習效果而言，三種實驗模式之間並沒有顯著差異；(3)就「歸納性思考能力」的成就來說，在三種實驗模式中，只有主動探討模式表現顯著較好的成績，(4)以「擴散性思考能力」的培養來說，仍應以主動探討式教學模式為最有效的教學模式。引導式探討模式次之，組織因子模式再次之。因此，本實驗虛無假設 6 應予拒絕。

六、討 論

1. 所得數據顯示：無論「知識」「歸納性思考」與「擴散性思考」能力，三種模式的實驗班，都有顯著優異的表現（ $p < .01$ ），證明這三種教學模式都是優秀的教學模式，也可能證明了這三位實驗教師優秀的教學技術。

2. 單因子共變數分析結果經事後比較，却顯示這三種模式的效果並不相同。

(1) 關於「知識之獲得」三模式並無顯著差異。

(2) 關於「歸納性思考能力」的成就，主動探討的模式顯然比組織因子模式為佳（ $p < .05$ ）。

(3) 關於「擴散性思考能力」的成就，主動探討模式比其他二種都好（分別是 $p < .05$ 與 $p < .01$ ）。

七、結論與建議

根據分析與討論，綜合結論與建議如下：

1. 所實驗的三種（即，主動探討、引導式探討、及組織因子）教學模式，比一般傳統的教學模式，無論在科學知識之獲得、歸納性與擴散性思考能力之培養，均有顯著優異的功效。值得廣為介紹推廣以提高一般國中生物科教學效果。

2. 探討式教學模式較有利於培養較高層次的認知能力（包括歸納性、擴散性思考能力）也可進一步發展其創造性，以提高學生科學素養。對於科學資優學生教育上的應用價值尤應受到重視。

3. 在講解式教學，如果能適當運用組織因子，應該比一般傳統的教學模式，更能做到「有意義的學習」；但在培養「歸納性」或「擴散性思考能力」，以及創造性思考等較高認知能力上，其效果則不如探討式教學。建議凡科學教師都應設法多研究採用探討（或謂探究）式教學的模式，只在概念整理及建立概念結構時，應用組織因子以加強或充實其認知結構。

八、誌 謝

本研究係由行政院國家科學委員會所資助（NSC 74-0111-S003-06）特此誌謝，其外計畫主持人還要特別感謝：三位實驗教師姬慈玲女士、羅格麗女士、及林珍圭小姐，由於她們的熱誠與智慧教活了本實驗的三種教學模式；臺北市金華國中校長林金練先生、教務主任林淑貞女士，基隆市中正國中校長連明信先生、教務主任林武宏先生，由於他們在教務行政上的協助使本實驗順利進行；其外，盧欽銘教授、卓播禮（L. Trowbridge）教授熱心提供教學上以及研究方法上的意見與客觀具體的評論；師大電算中心主任吳鐵雄教授及蔡元慧小姐在數據處理上提供最熱心而具體的協助；本計畫助理林淑慧、張麗莉小姐。科教中心蔡大猷先生最基本而實質的服務與辦事使本計畫順利完成第一年工作，一併誌謝。

參考文獻

1. 國民中學自然科學課程實驗研究計畫總報告，師大科教中心，民國 70 年 6 月，P. 5.
2. 鄭湧涇，國中學生邏輯推理能力與科學和數學學業成就的關係，科學發展月刊，11 (12-2)，P. 1359-1361.
3. 楊榮祥，國中生物教師對教學目標與成就的認定與教學疑難問題的研究，師大科教月刊，第 48 期，P. 2~11，民國 71 年。
4. 謝廣全，單項變異數分析後鄧肯氏最新多重差距檢定法之應用，臺灣教育月刊，395 期，72 年 11 月。
5. Ausubel, D., "The Use of Advance Organizers in the Learning and Retention of Meaningful Verbal Materials", *Journal of Educational Psychology*, 51 (1960).
6. Ausubel, D., *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*, New York: Grune & Stratton, Inc., 1963, P. 18~27.
7. *Ibid.*, P. 27.
8. Borg and Gall, *Educational Research an Introduction*, 3rd Ed., Longman, N. Y. 1979. 549 ~ 551.
9. Bredderman, T., What Research Says Activity Science-The Evidence Shows it Matters, *Science and Children*, 1982. 20(1), 39 ~ 41.
10. Duncan, D. B., Multiple range and multiple *F* tests, *Biometrics*, 1955. 11. 1 ~ 42.
11. *Elementary Science Study* (ESS), Webster-McGraw Hill, New York, N. Y. 1971.
12. Haukoos, G. O., and Penick, J. E., The Influence of Classroom Climate on Science Process and Content Achievement of Community College Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 1983, 20(7), 629 ~ 637.
13. Joyce, B. and Weil, M., *Models of Teaching*, 2nd Ed., Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1980, P. 77.
14. *Ibid.*, P. 21 ~ 141.
15. National Science Teachers Association, *Theory into Action*, Washington D. C., 1964, pp. 8 ~ 9.
16. Rodriguez, I. and Bethel, L. J., an Inquiry Approach to Science and Language Teaching, *Journal of Research in Science Teaching*, 1983, 20(4), 291 ~ 296.
17. Schwab, Joseph J., Supervisor, *Biology Teacher's Handbook*, New York,

John Wiley & Sons Inc., 1965, P. 46 ~ 47.

18. *Science-A Process Approach II-The architecture of a revision*, Xerox Corporation, 1975.
19. *Science Curriculum Improvement Study (SCIS)*, Rand McNally and Company, Chicago, I 11. 1971.
20. Shymansky, J. A., Kyle, W. C., Alport, J. M., How Effective were the Hands-On Science Programs of Yesterday? *Science and Children*, 1982, 20(3), 14 ~ 15.
21. Witkin, H. A., Oltman, P. K., Raskin, R., and Karp, S. A., *A Manual for the Embedded Figures Test*, Palo Alto, California: Consulting Psychologists Press, 1971.