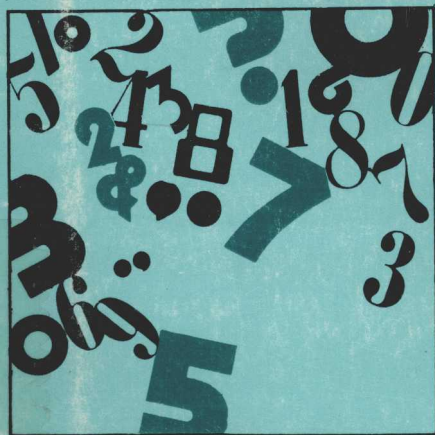
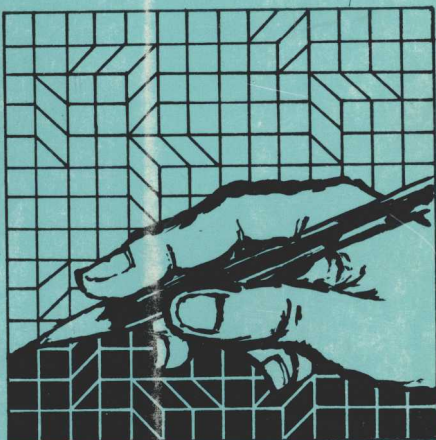
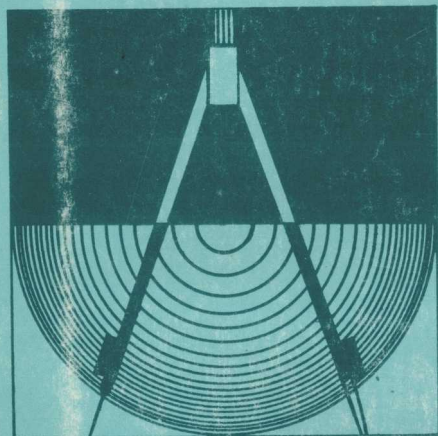


現代啓發式科學教學研究

國民教育科學教學資料叢書③

歐陽鍾仁 著



國家科學委員會主編
幼獅文化事業公司印行

現代啓發式科學教學研究

歐陽鍾仁 著



599498



1908-CHA

行政院國家科學委員會主編
幼獅文化事業公司印行

522.00

現代啓發式科學教學研究／歐陽鍾仁著。

--初版。--臺北市：幼獅，民 63

面； 公分。--(國民教育科學教學
資料叢書；3)

ISBN 957-530-133-1 (平裝)

1. 教學法 2. 科學-研究與教學

521.4



行政院新聞局核准登記證局版臺業字第〇一四三號
主編者：行政院國家科學委員會
著者：歐陽鍾仁
出版者：幼獅文化事業公司
發行人：李鍾桂
臺北市重慶南路一段66之1號3樓
電話：三一八三二九
臺北市衡陽路六號
電話：三二四三〇三二八五三
高雄市中正四路一八九號
電話：(〇七)二八二二七八四
郵政劃撥：〇〇〇二七三七一三
印刷者：燕南印刷廠有限公司
基本定價：一元六角二分
中華民國六十三年一月初版
中華民國七十九年八月七印

20.25元

51018

ISBN 957-530-133-1(平裝)

序

發展科學教育，首重師資與教材。國民中小學之教科書，由國立編譯館統一編纂；教師之進修，由教育部、廳、局分別輔導，各有專司，脈絡井然。但因我國國民教育十分發達，以致教師人數衆多，欲之輔導工作全面展開，殊非易事。而鼓勵教師自動進修，當爲簡易可行之辦法，且其效果當更爲顯著。然坊間出版有關科學教育之參考書籍不多。是以提供優良參考書刊，實爲當務之急。本會有鑒於斯，乃於民國六十一年九月，由本會科學教育組負責籌劃，成立國民教育科學教學資料叢書編輯小組，聘請熊先舉先生擔任總主持人，積極展開工作。該小組的工作目標，在編撰國民中小學數理學科重要教材單元之有關參考資料，分：數學、物理、化學、生物、地球科學、健康教育六科，以課程爲經，以各年級相關學科教材爲緯，以各科某一重要概念爲主題，組成一教材單元蒐集與日常生活有關及富有啓發性及趣味性的題材，編爲一冊，彙集同一學科各冊成爲一套，使之分能獨立，合能相貫，包容既廣，取用尤便。各冊內容分爲導言、教材分析、參考資料、註釋、附錄諸項，着重在說明新探討方法及各教材單元在課程中之重要地位，可使教師對某一學科獲有一完整的觀念，進而把握科學教育之要旨，提高科學教育之效能。

本叢書之編寫方式，是寓教學方法於參考資料中，內容充實，構想新穎，約請之編撰人員，皆爲教學經驗豐富之中小學教師及大學教授，寫作態度至爲嚴謹。在一年餘辛勤耕耘之下，現已完成十五種，委託幼獅書店精印出版，以供國民中小學教師，師範院校學生及科學才能較高之學生參考閱讀，對科學教育之推行，必能有所裨益。

爲統一事功，本會已將國民教育之科學發展研究事宜，移轉教育部統籌辦理，本叢書之編輯工作與經費預算，亦一併移轉，今後在教育部主持之下，當更能發揮高度之效能。

最後，對各位專家在百忙中，爲本會籌劃編撰叢書，將寶貴的經驗毫無保留地貢獻出來，特於此深致誠摯的敬意與謝意。

徐 賢 修

六十二年十二月
於行政院國家科學委員會

國民教育科學教學資料叢書編輯經過

行政院國家科學委員會，爲提供國民中、小學教師有關科學教育之參考書籍，輔導其自修，本寓科學教育之教學方法於參考資料中之構想，乃於民國六十一年九月，編組國民教育科學教學資料叢書編輯小組，由熊先舉先生主持其事。翌年底，此類叢書完稿交印問世者，計數學、生物、地球科學三科各二種，物理、化學、健康教育三科各三種；共十五種，都八九萬餘言，此爲國家科學委員會直接編印時期之概況。

同年十二月，因國科會將國民教育之科學發展研究事宜，移轉教育部統籌辦理，國民教育科學教學資料叢書編輯工作，奉教育部指定由本館承辦，本館乃於六十三年初訂定「國民教育科學教學資料叢書編輯計畫」，報部核定，列爲「教育部科學教育及科學人才培育計劃」專案，與其他工作併爲教育部發展科學教育之一環。此類叢書共計爲一百種，除國科會已編十五種，本館續編八十五種，預訂工作進程爲五年，至六十七年六月全部完成。

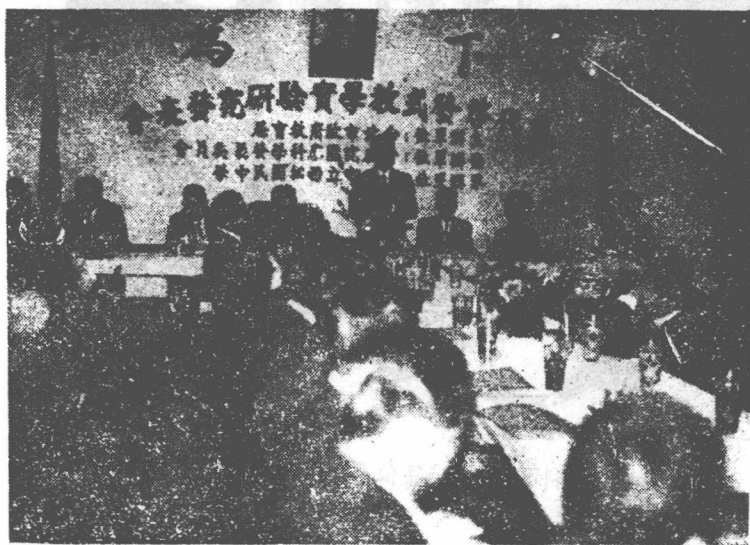
民國六十六年三月，嘉言承乏本館館務，深感此項叢書之編印工作對奠定國家長期發展科學基礎，極關重要，除積極清理已完稿交印而尚未印製發行之積稿，洽請合作編印之幼獅文化公司加速印行外，并按原定計畫續編二十七種，使成完構。

本叢書之編輯，先後達五年之久，是爲一項長程接力；其間主辦單位與主持人雖有更替，然其編輯要領，編寫方式等始終聯貫，允爲國內當前極有系統而頗具深度的科學教育參考書籍。數年以來，承各位專家學者參與籌編撰稿，提供心血結晶；本館教育資料組同仁排除困難辛勞工作，幼獅文化公司不計盈虧印製發行；上級機關隨時督導

，全力支持，使本館得以完成艱鉅任務。際茲編輯告成，特綴數語，藉誌經過，並申謝忱！

陳嘉言

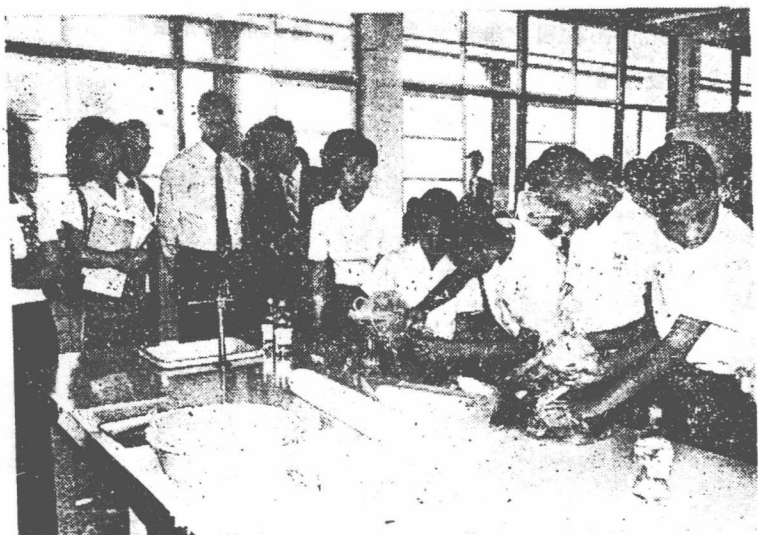
民國六十六年十一月
於國立教育資料館



台北市西松國中舉辦北區現代啟發式教學實驗研究發表會。



現代啟發式科學教學，每位學生都要親自動手
(台北市西松國中)



全國科學教師代表參觀現代啟發式科學教學之
活動情形 (台北市西松國中)

現代啓發式科學教學研究

目 錄

現代啓發式科學教學研究內容結構分析圖

第一章 緒 論	1
第一節 當前我國科學教育瓶頸	1
第二節 科學教學的實質	2
第三節 傳統式教材與現代啓發式教材	3
第四節 現代啓發式科學教學簡介	4
第二章 近代中小學科學教育發展之趨勢	7
第一節 科學教育觀的新發展	7
第二節 教學方法的改進	8
第三節 科學師資的再訓練	9
第四節 歐美中小學科學教育發展新趨勢	12
第五節 科學教育之最終目標	13
第三章 探討發現學習之基本理論與方法	15
第一節 何謂發現教學法	15
第二節 方法論之科學教育表解及其流程	16
第三節 發現教學法的理論基礎	20
第四節 發現學習與直覺的思考	23
第四章 教學目標之研究	26
第一節 教學目標之分類	26

第二節	行爲目標研究	31
第三節	行爲目標分段舉例	33
第四節	如何擬定教學目標	43
第五節	啓發式的教學目標	45
第五章	基本科學能力之培養	49
第一節	A.A.A.S.之基本科學能力分類	49
第二節	觀察能力	51
第三節	分類	53
第四節	應用數學	55
第五節	從事測量	57
第六節	時間與空間	58
第七節	表達與溝通	58
第八節	預測	59
第九節	推論	60
第六章	綜合科學能力之培養	62
第一節	綜合科學能力之分類	62
第二節	下適當的定義	62
第三節	建立假說	63
第四節	解釋資料	65
第五節	控制實驗因子	68
第六節	從事實驗之技術	69
第七章	推論與假說	72
第一節	推論與觀察	72
第二節	推論之分類	76
第三節	建立假說之方法	77

第四節 推論與假說之區別實例	79
第八章 科學態度之培養	82
第一節 科學態度之分類	82
第九章 科學概念之分類	85
第一節 科學知識與科學概念之區別	85
第二節 科學概念與科學原理法則的關係	86
第三節 科學的基本概念	87
第十章 集體思考與發問之技巧	92
第一節 集體討論之形態	92
第二節 集體思考的訓練	92
第三節 發問技巧的條件	93
第四節 發問的要領	93
第五節 集體思考的技巧	94
第十一章 科學思考力之分類與方法	97
第一節 集體思考之發問行為目標評量依據	97
第二節 創造性能力之開發	98
第三節 直覺能力之培養	100
第四節 配合科學思考力之發問技巧實例	102
第十二章 科學實驗之意義與技巧	105
第一節 科學實驗之意義	105
第二節 如何培養實驗能力	110
第十三章 科學課程與教材之結構	112
第一節 教材之邏輯結構	112
第二節 怎樣選擇教材內容	113

第三節	教材結構的類型	114
第四節	科學概念之結構化	115
第五節	教材結構之實例	119
第六節	教材結構之分析與評鑑實例	124
第十四章	過程教學之理論與實踐	133
第一節	探討之學習形態	133
第二節	探討學習過程之研究	135
第三節	學習過程與學習指導	140
第四節	引起興趣的方法與探討之過程	141
第十五章	啟發式學習評量之原則與方法	145
第一節	評量之現代化	145
第二節	啟發式教學評量之內容重點	149
第三節	評量實例	156
第十六章	單元學習活動設計	161
第一節	常識科單元教學活動設計〔一〕	161
第二節	國小中年級自然科單元學習活動設計〔二〕,〔三〕	164
第三節	國小高年級自然科單元教學活動設計〔四〕	169
第四節	國中生物科單元教學活動設計〔五〕	173
第五節	國中化學科單元教學活動設計〔六〕	175
第六節	國中物理科單元教學活動設計〔七〕,〔八〕	177
附 錄		183
附錄 1.	科學方法及重要內容(一), (二)	183
附錄 2.	科學教師研習會課程內容	185
附錄 3.	本書所用之參考書籍	187

第一章 緒 論

第一節 當前我國科學教育瓶頸

現代啟發式科學教學之理論與實際，針對以迅速爆發的形態增加的科學知識。科學教育的改進與發展，雖有十多年不斷的革新史蹟，但總未能達到預期的目標，究其原因，有下列四項主要因素：

- (1)教材內容缺乏系統化，而只是羅列了成堆的科學知識，所以既多且難，教師亦多偏重於注入傳授。
- (2)教學內容注重成果之記憶，以教師為中心講授原理、法則，刻板地安排教學程序（如五段教學法等），學生也只是如命行事，吸收累積成堆的科學知識，而忽略了科學方法，與科學態度、能力的有效學習。
- (3)教科書大多循著原理與法則的介紹，實際內容之討論及作業練習等程序安排，只讓學生被動地去接受，僅能達到認知的領域。
- (4)科學教育的發展，只偏重在消極的形式化，如舉辦科學展覽、建立科學館、添置儀器等，而沒把實際問題的科學形態之改變，與教材的革新齊頭並進。

總之，我們的教學形態，仍然停留在「以教科書為中心，以教師為中心」的階段，而我們當前的科學教育內容，也尚未能配合整體的課程標準精神；簡言之，我們的科學教育內容，仍以注入科學知識，注重教學的成果為主，可以說完全是一種科學教育主義。

現在我們深感當前的教材內容，及教學形態與方法，無法適應時

代的潮流，更難配合知識爆炸之現代化社會的需要。行政院國家科學委員會鑒於前者，擬訂「現代啟發式科學教學實驗計劃」，重新編排教材之內容，注重過程教學，培養學生之基本科學方法及思考能力，從事實驗研究工作，做為將來改進科學教育之準備，及全面推動科學教育之現代化運動的先聲。

第二節 科學教學的實質

科學教育之重點，不是科學方法的理論根據，而是怎樣運用各種思想和方法，在學校中學習階段裏。所謂科學教育即包括此兩方面的工作，二者相輔而成，確乃缺一不可。

知識與技巧在科學工作上確實有用，但對「科學教育」而言，這樣的工作尚不完全。還必須從事研究問題的工作，只有從實際做問題的研究，才能體會到科學方法的精神和意義；才能學會運用科學的方法，而不是僅會把這種思想方法降為空說，況且唯有從事實際的研究問題，吾人方能活用由讀書得來的知識，和由實習學來的技巧。

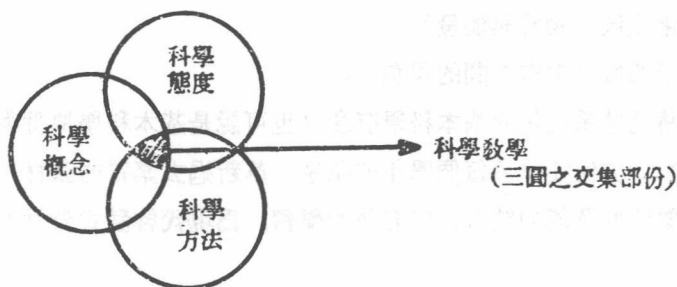
綜上所述，所謂「科學教育」，過去被認為知識之講授與啟發要並重，故教學應賦與學生以研究的興趣及研究的環境。任何學問的道理，都是經過無數的嘗試錯誤、思想領悟、與經過再接再勵的努力而獲致的，「科學教育」不是單傳式的、「祖傳秘方」式的教授，而是一種開展式的、摸索式的過程。在精神上，科學教育最顯著的特點，就是力求思想不為感情所支配，不信任一切的權威，也不完全相信不自相矛盾的推論，而完全依從自由自動所求得的事實，為判斷推論的標準。這種嚴正之科學習慣和態度之培養是無限進展，乃為科學教育之真諦。因此今天學校的科學教育，尤其在中小學的階段，實應專門注重培養學生之各種基本能力，換句話說，應重視實際之方法和教

學形態。

啟發教學具備科學教學實質的精神，不再重視片斷的知識灌輸，而注重學生本位，指導學生能自動去發現問題，探究解決問題，以培養學生的基本科學概念，及科學方法與科學態度。

現用圖表示：

圖中三圓之交集部份，即為現代啟發式科學教學之實質內容。



第三節 傳統式教材與現代啟發式教材

傳統式的教材，就是教材內容大都具有一定的格式，這種教材缺乏體系化。它雖具有理論的結構，但缺乏螺旋式的編排方法，因此它本身的結構是沒有連續性的片斷知識，在這種教材下的教學活動，幾乎全賴教師的教學為依歸，講授固定在課本範圍內的知識，並常把實驗當作幫助理解教科書內容的手段，因此教師僅需準備一定形式及「現成文化」的材料，來向學生講解。

傳統式的教材，不但限制了學生的思考，忽略了學生各種科學概念、方法的培養，也直接阻礙了科學的迅速發展。

現代啟發式的教材則重視科學基本概念及能力，為了培養學生的科學基本概念及能力，因此所有現代啟發式教材的組織與結構皆可加

以分析，採螺旋式的編排方法，編訂一套有系統有連貫性的基本科學概念教材。

啟發式教材不僅祇灌輸新知識，而意圖讓學生養成適應新時代的科學素養；亦即放棄了過去傳統式以學校為傳授知識的目的，而改以培養學生達成能適用於多種領域的科學方法和態度。

其教材內容，以自然界的階層整理成三大系統：

- (1)生物領域（生命現象）。
- (2)理化領域（物質與能量）。
- (3)地學領域（宇宙空間的現象）。

將這些系統化的基本科學概念（也可說是基本科學原理與法則之重點），如何安排於每個學年的順序，革新過去繁雜的教材，並與基本科學態度及能力結合，成有效的學習，為現代啟發式教材的重點。

第四節 現代啟發式科學教學簡介

現代啟發式科學教學，又名自然科探究（探討）、發現學習法（Inquiry And Discovery Learning of Science）。此種教學形態與曾經在歐美盛行幾十年之啟發式五段教學法，在理論上與實質上迥然不相同。

現代啟發式科學教學之特性：

現代啟發式科學教學的過程是具有千變萬化之流程，分探討、發現問題、解決問題，再發現新問題等之一種學習活動。在這一聯串的過程步驟中，都是由學生著手親身經歷，進而體會獲得學習的結果，使學生能發表、能研究、能思考、能創造。

現代啟發式科學教學之內容，力求不雜亂，以骨幹的教材為內容，透過發現的手續而進行學習。