

科學教育概論重點整理 林益興

何謂科學？

Ans：人類對科學的定義有如右之演變：自然界對人的啓示→人類發現自然界的面貌→人對自然現象的一種建構結果。於此我認為科學含有知識、方法（過程）和態度三種向度，是人類用智慧來處理生命、生活之問題或者解釋物質世界時所需的一種思考方法、過程及表達方式。

科學的本質為何？

Ans：當代科學本質的觀點已由邏輯實證主義轉向成建構主義，因此科學本質的觀點是動態的。以建構主義的觀點來看：

- 1.科學知識的不完整性：目前科學知識中仍有許多假設、理論的成分，因此科學知識並非真理，仍繼續發展變化。
- 2.研究對象有時空侷限性：即科學的最基本限制在只研究自然界存在的現象。
- 3.自然律的一致性：科學相信萬物現象有一定的規律，藉由基本的科學原理，可以推理應用到其他領域。
- 4.事物均具可理解性：任何事物，均可由人的認知、設備與分析而加以理解。
- 5.因果關係性：科學相信現象與條件間有一定的因果關係，並以此預測未來事件。
- 6.對事物的探究盡量客觀：也就是說，科學探究活動中吾人盡量保持客觀，但無法「絕對客觀」，只能盡量避免、減少誤差。
- 7.強調科學方法：演譯與歸納、直觀與分析、假設與驗證等等。
- 8.受科學社群的影響：當代科學知識、方法等等發展均受科學社群的影響。
- 9.生存環境的長遠價值：科學發展需兼顧科學、科技、社會之平衡及科學素養的養成。

由科學的本質談理想的科學教育應當如何？

Ans：科學本質是一種動態、較抽象的概念，因此在理想的科學教育情境中應：

- 1.不同科學本質觀點對科教的影响甚鉅，因此教師不可以單一向度、單一觀點引導學生認識科學本質，應多向度的讓學生批判思考，再自行建構結論。（例如科學知識是否為真理？觀察是否絕對客觀？偏重科學知識或探究層面？.....）
- 2.學生通常不易自行連結學科內容與科學本質間的相關性因此教師可利用討論、合作學習的方式（例如集體探討模式、角色扮演模式...）幫助學生瞭解。
- 3.配合教材注入科學史的素材，使學生瞭解科學知識的建立過程有助於體會科學本質。
- 4.教師應營造一個類似科學家探究的學習情境，讓學生親身體驗、感受。使學生能從實地操作中學習科學化思考、過程技能。
- 5.教師本身亦應不斷增進對科學本質的認識，並且將其融入教學理念中。

★總而言之，**學生**越能了解當代科學本質內涵，及不同科學本質間的差異，將使學生對科學面貌有較完整的認識，在學習上會以理解取代記憶，並且能連結個人生活與科學的密切相關性，在學習態度上有明顯正向增長，有助於學生未來選擇與科學相關的職業為志向。

教師方面，教師越能了解當代科學本質內涵，及不同科學本質間的差異，將使教師更能安排符合科學家情境的科學實驗探究活動，在教學內容上則更重視探究層面。

由社會層次與內涵談理想的科學教育應當如何？

- Ans：
- 1.科學必須能夠在社會環境中呈現出來或體驗的到。
 - 2.科學必須以應用為重心，學生可經由科學的運用來接近科學。
 - 1.科學必須與社區相結合，教學內容、教材務必與地方相結合。
 - 2.科學需其多面性，必須面面俱到才能符合人類本質。
 - 3.科學教學需以議題為經緯，當議題被研究時，有關的價值即倫理亦將被慮及。
 - 4.科學知識來自經驗，只有將來用的到的、非常有用的知識才是重要的。

科學教育的目標？

Ans：我國中小學科學教育目標以培養並提高具有科學素養、健全人格的國民。即透過學校教育，使學生能夠運用科學概念、科學方法和科學態度來解決生活上的問題，期能適應現代生活。

何謂科學素養？

Ans：科學素養是一結合科學知識、技能、態度及融入環境、社會交互作用下具有問題解決能力的人格特徵。

一個具有科學素養的人有以下四項特徵：

- 1.熟悉自然世界並尊重自然。
- 2.具備科學思考方法與過程技能及科學概念，且能適當的運用於所處的環境中。
- 3.瞭解科學本質與科學應用對社會、環境的交互作用，並具有問題解決的能力。
- 4.能對自然環境培養出更寬宏、更積極的觀點，進而終身不斷的繼續培養這種涵養與發展對科學內容、方法、態度的追求。

為何要學習科學？

Ans：1.為獲得科學知識以作為適應社會之用。

2.學習科學才能在宗教、藝術等非科學領域做正確判斷。

5.在民主社會裡，許多事務都是取決於公投民意，因此培養具有科學素養的公民是必要的。(例如興建核電廠)

6.科學為我們帶來許多進步，卻也對環境造成莫大的傷害，這一切亦需靠科學的力量加以解決。

5.透過科學的學習與訓練期能培養健全的人格。

科學過程技能 (science process skills) 有哪些？試述之。

Ans：一般將科學探討方法分析為含有八種基本過程技能和五種統整過程技能，以下分述之：

(1—8) (9—13)

- 1.觀察→運用天生感覺器官或各種儀器從現象中獲得資料的過程。
 - 2.應用空間或時間關係→能指出目標的時間、空間（形狀、位置、狀態）為何？
以及具備一些基本時空變化的概念，例如速度、運動。
 - 3.分類→能將所觀察到的事物，依照特性或其他原則分類成有益進一步研究的資料。
 - 4.應用數字→可以將觀察、分類的結果用數量化或半數量化的方式表示出來，
以便重複觀察、驗證以及解說，可以提高精確性。
 - 5.測量→其原始意義為「比較」，意即要從比較性的觀察中瞭解事物間的關係。
 - 6.表達→將自己的觀察結果以數字、語言、圖表、報告等方式呈現出來，以獲得溝通與被檢證。
 - 7.預測→進行觀察前，先對現象間的規律性存有一種假設或有根據的推論，使心中懷有某種概念，再進行觀察。
 - 8.推理→對上一次的觀察做解釋、邏輯分析，思考它的道理，以便下一次觀察。
-
- 9.控制變因→抓住觀察對象使其凸顯，使吾人可確定研究的對象。或者減少、
去除干擾的因素。
 - 10.解釋資料→對觀察結果給予合理解釋的過程，可進一步產生推理、預測及假說。
 - 11.形成假設→對論題提出暫時性或建議性的回答，藉此核對觀察、實驗的結果
對理論、概念的支持度。
 - 12.下操作型定義→是表達觀察對象的一種方式，用以界定欲探討的對象，也可
使他人瞭解研究者如何接觸研究對象。
 - 13.實驗→人為操弄的極致，即透過各種過程技能的安排，希望在現象界中看到理論
的驗證。

請說明各自然科課程的心理學理論，及其對科教之影響：

Ans：

一、認知發展論：Piaget

- Piaget 認為 1.學童的認知乃是其主動建構的結果，即學童遇到以其舊經驗為基礎的認知衝突時，其內在可經由同化、適應作用而達到新的平衡，建構新知識。
- 2.學童的認知思考能力會歷經感覺動作期、前運思期、具體運思期、形式運思期四個次序固定但出現時間、長短具有個別差異的階段發展。

◎感覺動作期：0-1 歲為主。1.喜用動作表達心中的認識

2.需藉由重複動作進行認知或思考

前運思期：1-4 歲為主。1.自我中心的認知（egocentric viewpoint）

2.缺乏保留概念

3.缺乏可逆性思考

4.只能做片面靜態觀察

5.思考必須依賴具體實物進行

具體運思期：5-11 歲為主。1.自我中心的認知逐漸減少

2.開始發展邏輯、因果性的認知思考

3.具備大致的保留概念

4.仍須具體實物幫助思考

形式運思期：11-13 歲為主。1.能進行邏輯、演譯思考

2.能控制變因

3.能進行抽象、多面的思考

對科教的影響：1. Piaget 的認知發展論促使教、學模式的轉變：to be Instructed → to discover → to construct

2.各種 science process skills 其實也是各種心智能力，其與具體運思期、形式運思期中涉及的邏輯推理能力有關，瞭解 Piaget 的認知發展論有助於進行 science process skills 的培養活動。

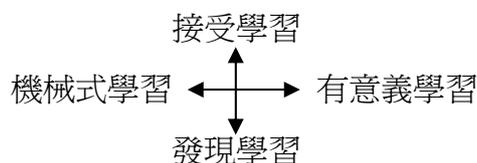
二、概念的教學理論：Bruner、Ausubel、Concept map、Bloom

- Bruner 提出 1.螺旋型課程設計：為使學生對教材概念有通盤的瞭解，除以適當的方式呈現教學內容外，將教材由簡而繁、由易而難，呈螺旋狀不斷加深加廣，出現於整個國小學程。目前國小的 science process skills 在各冊間的安排即採此理念。
- 2.發現教學法：在實際教學情境中，應安排各種有利學生自己去發現各種「結構」的情境。教師鼓勵學生藉操作、比較、直覺思考等發現的「捷思法」將知識發現出來。

對科教的影響：螺旋型課程設計影響課程編排與教材編制模式甚鉅。而發現教學法則一反行為主義作法，強調學生主動觀察、自行發現知識，有助於學生獨立學習，並將學習者的動機，由尋求外在獎勵（外在動機）轉化為尋求內心的滿足（內在動機）。

- Ausubel 主張：1.有意義的學習：指學習者對於所學的知識能有清楚、連貫的瞭解，才算是有意義的學習，其反對不良的發現式學習，支持有效的接受式學習，下圖即為 Ausubel 的學習

二向度：



意即不良的發現式學習，可能導致學生到最後一無所獲，而有效的接受式學習亦能導致有意義的學習。

- 2.前導組體（組織因子）：Ausubel 認為認知結構是有層級性的，因此學習者如果沒有適當的認知結構對應外來的學習時，便無法定錨（anchored），無法產生有意義的學習。於此主張教學前應先提供具有定錨作用的概念組織說明，稱為前導組體（advance organizer）其為一種引導性材料，目的在解釋新教材，使新舊學習材料的概念連貫起來。例如提綱挈領的引言、概念圖等。

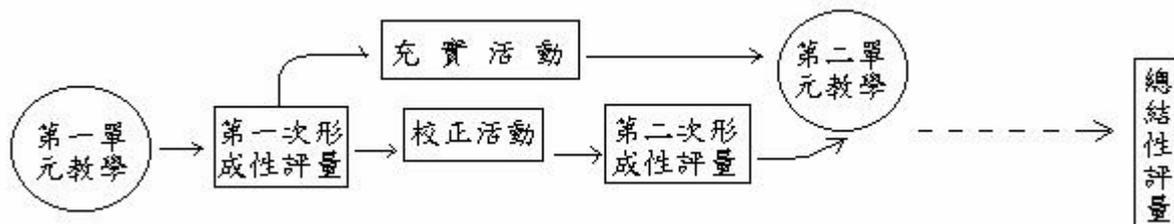
◎Concept map：受認知論、建構論、有意義學習和 Ausubel 的影響所形成的一種概念教學策略：將概念以文字、圖畫、語言等方式有架構的表現出來，特點在於試圖表現出概念學習的本質。

- 功 能：1.作為學習策略：(1) 能使學生的概念逐步分化並得到增強，並將各概念加以連貫。
(2) 能提供內發的學習動機。
(3) 兼顧認知和情緒的需要，能產生有意義的學習。
- 2.作為教學策略：(1) 可幫助教師區別學生已有的概念。
(2) 可幫助教師預告將學習的概念。
(3) 可幫助教師發現學生的 misconception。
(4) 可作為評量的工具。

對科教的影響：Ausubel 之有意義的學習，有助於釐清發現學習與接受學習間的差異與互補性，使一般課程安排上低年級以 Bruner 的理論為主，高年級則以 Ausubel 的理論為主，而前導組體（組織因子）論則發展出概念教學的組織因子教學法。

●Bloom 提出 mastery learning：

- 1.其對於結構嚴謹、內容固定及強調聚斂思考的學科效果最大，故適合自然科教學使用。
- 2.Bloom 假設如果學生的能力呈常態分佈且教學因素亦適合每個學生的特點，則絕大多數的學生在設定的學科上都能達到精熟水準。
- 3.其教學流程如圖：



對科教的影響：自 1968 年 Bloom 提出 mastery learning 後此教學法早已在各國盛行，以我國自然科教師所撰寫的教案而言亦有 mastery learning 的精神於其中。

三、行爲論：Skinner

- Skinner 主張 1.操作制約原理：利用正增強、消弱、塑造和串連原理增進教學效果。
- 2.編序教學法：利用將內容劃分成許多小單元的編序教材，應用操作制約原理和機器（教學機）進行教學的方法。

對科教的影響：Skinner 的影響主要在學習意願的增強、教室秩序的維持、教學機的發明和編序教材的編寫。其中教學機和編序教材結合操作制約原理和電腦資訊科技，發展成電腦輔助教學 CAI，對傳統班級教學有很大的衝擊。不過編序教學法也可能因缺乏教師影響力、教學歷程中的同儕互動等社會功能而產生不良結果。

四、訊息處理論：Gagne

- Gagne 提出 1.學習階層（learning hierarchy）：其認為學習可以分成訊號學習、刺激-反應學習.....等八種層次。
- 2.教學事件：教學中對教學、學習有幫助的事件，例如各種教學法、情境布置.....等等。

對科教的影響：強調教師應做好教學準備，利用各種教學事件，並配合各種 learning hierarchy，才能達到有效教學。

- 訊息處理論者：主張用類比於電腦資訊處理歷程的方式分析認知歷程，其將人類認知分成感覺記憶、短期（工作）記憶和長期記憶三個系統，透過辨識、編碼、操作.....等動作進行問題解決、推理等各種心理活動。

對科教的影響：雖訊息處理論本質上來自經驗主義，但理論上仍有待確定，不過仍有三項啓示：1.促進記憶方面：利用複誦、記憶術、討論、發表等方式熟悉三個系統的運作，促進記憶力。

2.促進大腦思考運作方面：強調左右腦的協調和平均使用，和利用有挑戰性的教材刺激大腦運作。

何謂建構論 (constructivism) ? 對科教有何影響? 並依據設計一教學活動

Ans : constructivism 是一種哲學思想、心理學派別，也是學習理論，基本原理即：

- 1.知識非被動的接受，而是由具有認知能力的的個體主動建構出來的。
- 2.認知功能是將學習者本身的舊經驗、知識加以組織，而不是去發現客觀存在的現實世界。
- 3.將所遇到的認知衝突，以舊經驗、知識為基礎透過平衡作用中的調適、同化而達到新的平衡狀態，即建構出新的認知層次（知識）。

對科教的影響：constructivism 可說是當代最主要的科學思潮，其對科教之影響甚鉅，以下表呈現說明之：

	舊	新 (constructivism)
學 習	1.資訊的累積 2.階層的組織 3.和情境無關	1.主動的建構 2.多方的連結 3.視情境而定
教 學	1.教材的傳送 2.知識的灌輸 3.教師為講授角色	1.教材的表徵 2.知識的轉化 (平衡作用) 3.教師為輔助
課 程	1.嚴謹的順序 2.事先安排	1.交織的矩陣 2.可彈性調整
學習任務	1.與生活無關 2.一系列教材 3.作業簿、習作....	1.配合現實生活 2.多樣化的題材 3.各式的成品
社會媒介	1.個人 2.互相競爭 3.獨自背誦	1.學習的社團 2.協同合作 3.溝通對談
評 量	1.紙筆測驗 2.考試	3.實作評量 4.學習檔案

由上表可發現，建構論從理論到實際幾乎都對傳統教學有著莫大的影響與改變。

何謂 Concept ? 有何類別 ?

Ans : Concept 是一種認知思考的基本單位、工具，亦可作為表明現象間關係的工具和作為進行學習遷移的基礎。

- 可分為 1.自然概念：其為因應日常生活而產生的，較無特殊、具體的屬性、定義。
2.人為概念：又稱科學概念，為特意創造出來達成特別目標的概念。

何謂 Misconception ? 有何性質 ? 如何鑑別 ? 如何修正 ? 請述之 :

Ans : 1.Misconception 主要意思是指會造成不利或錯誤的概念或概念想法（過程）。

2.由於科學知識的學習觀、科學哲學的錯證觀和認知發展程度三者密切相關的持續發展，所以 Misconception 在學習科學的過程中是無法避免的現象，只是錯誤程度輕重有別而已。一般可分為敘述性知識（內容）和程序性知識（process skills）兩大類 Misconception。

2. 鑑別方法一般有：晤談、自然觀察法、測驗、字詞聯結法、圖形建構和概念圖等等。若要深究之，仍以晤談法較佳。

3. 可以促進 Misconception 修正的教學模式：

- (1) 引導發現教學模式 (GD)
- (2) 結構性科學探討教學模式 (SSI)
- (3) 多模式教學設計
- (4) 個別化教學法
- (5) 概念教學模式
- (6) 概念改變教學模式
- (7) 運用類比與類比橋
- (8) 蘇格拉底對話導引法
- (9) 概念思考的面質

簡介 ESS 科學課程？

Ans：Elementary Science Study 1960 強調學生的自主、自發性，尊重學生興趣，由學生自己發展出教材，因此課程較鬆散，教師如同諮商員般輔助教學，評量方面則以形成性評量、學習檔案為主，。

簡介 SAPA 科學課程？

Ans：Science-A Process Approach 1961 相當重視科學過程技能的培養，課程結構相當嚴謹，以培養小科學家為方向。

簡介 SCIS 科學課程？

Ans：Science Curriculum Improvement Study 1962 強調科學概念，以概念為中心，使用 Learning cycle 為指導策略，高度使用歸納法，並以培養學生科學素養為總目標，其課程結構的鬆緊程度介於 ESS 和 SAPA 之間，較具彈性。

綜合比較 ESS、SAPA、SCIS 三種課程：

Ans：共通點：均受 Bruner 發現教學法影響，都主張讓學生實際動手操作，非僅閱讀記憶。
相異點：主要在課程結構上，ESS 較無聯繫，SAPA 則結構嚴謹不易更動，SCIS 介於其中，較具彈性空間。

簡介 Project 2061 計畫？

Ans：Project 2061 於 1985 由美國科學促進協會 AAAS 提出，以培養未來世界人類科學素養為主的宏遠計畫。有四個中心理念：

- 1.以目標為導向
- 2.重質不重量
- 3.全盤的改革
- 4.以教師為中心

- 其分成三個階段進行：1.著重科學素養的實質探討，並為改革運動建立概念基礎。
2.擬出科學素養的里程碑（Benchmark for scientific literacy）。
3.實際推廣合作期。

簡介 SS & C 科學課程？

- Ans：Scope，Sequence，Coordination 簡稱 SS & C，1989 由美國科學教師協會 NSTA 提出，主張以建構式教學法進行教學，並以培養學生對科學的興趣為主要目標，其目標如下：1.有一螺旋式的課程設計。
2.增加初中、高中 40-60 % 的科學活動時間。
3.課程設計有先由具體、現象的再達到最後理論、抽象的序列性。
4.也重視個別差異。
5.強調各學科的整合。

何謂 STS 教學設計？並列舉與傳統教學的差異：

- Ans：Science Technology society 是一種以學生為中心，培養學生發展知識、技能、情意三方面的素養，使其面對 STS 議題時，能做出明確、適切的抉擇與行動的教學、課程主張。其有：
- 1.四個階層目標：STS 的背景知識養成→STS 議題的覺知→STS 議題的調查、研討→STS 的行動技能發展。因此以問題為中心的「問題調查技能訓練模式」，應是最有效的 STS 教學模式。
 - 2.六項特質：
 - 1.強調科學、技學、社會間之交互作用。
 - 2.能提升學生對 STS 議題的覺知。
 - 3.包括倫理及價值內涵的考量。
 - 4.能培養學生做決策的能力。
 - 5.能增強學生對科學應用的瞭解。
 - 6.能促使學生參與社區活動，與地方結合。

優點：(1) 學生在應用、創造力、態度、過程技能、科學概念及世界觀方面的表現，較傳統學生為佳！

(2) 學生與老師有機會選擇較有趣或認為重要的問題來加以研究。

(3) 使學校的科學課程更具實用性與社會意義。

(4) 可培養具科學素養的公民。

(5) STS 課程逐漸變成通識教育的知性基礎，成為科技整合的核心。

缺點：(1) STS 只是一個以活動為基礎的科目，並沒有一個的制式課程，也沒有任何科學概念、原理、過程的特殊架構。

(2) 因為社會問題本身並無任何結構性，因此以社會問題來組織科學課程的 STS 亦將缺乏穩固的結構，而且可能因為問題的地域性，使得某些科學概念被忽略掉。

(3) 因缺乏固定結構，易造成教材、課程的重複。

(4) 目前師資培育偏向分科化，因此教師在不同科目間的聯繫必出問題。

(5) 目前的升學評量方式，難以有效評量 STS 課程學生較有成就的部分（創造力、過程技能.....）

3. STS 與傳統教學的差異：

ST S	傳 統
1.學生中心	1.教師中心
2.注重學生個別差異	2.採團體教學，以中等學生程度作為內容與進度的指標
3.教學以有關問題為核心，運用各種教學資源	3.教學受教科書、指引主導
4.用合作學習方式解決問題	4.平時為傳輸式學習，少有團體學習
5.建構教學，因此注重學生先備經驗	5.傳輸教學，因此注重教材與課程編定
6.教師為輔助者角色	6.教師為知識傳播者角色
7.教師、學生走入社區，蒐集資料、請教專家	7.教師、學生閉門造車為多，和社會少有互動

試述美國科學教育的改革與前瞻：

Ans：1960 年代： 1957 Sputnik 事件發生後，美國受到震驚，因此由美國國家科學基金會 NSF 資助發展許多課程如：ESS、SAPA、SCIS、PSSC、BSCS.... 等等。這是以學科為中心的改革，深受 Bruner 之「The Process of Education」書中所倡導理念影響，教材幾由科學家所寫，並以嚴謹的結構作為準繩，學生均被視為小科學家，其實驗和操作活動亦侷限在驗證科學概念和原理。

雖然 1969 美國登陸月球成功，但這些課程一般被批評為過於艱難、與社會脫節，只適用少數優秀學生，而忽略大部分的學生。

1970 年代： 越戰、環境破壞、能源危機等社會問題引起人們發現 60 年代的課程不足解決社會問題，因此在原有課程中加入一些以問題為中心的 mini-course，一般認為缺乏一個具體完整的概念架構，過於雜亂、繁複，而大學教授則認為這些 mini-course 使的傳統課程過於簡化，使學生素質低落。

1980 年代：全美倡導「back to the basic」的教改運動，而這邊所指的「基本」並不只包括讀、寫、算，還有溝通、高層次思考、問題解決、科學與技學素養等能力，因而推出 Project 2061、SS&C 和 STS。

近代世界科學教育改革的趨勢？

Ans：

年代	教學形態主流	科學教育觀	科學觀	自然觀
1960	傳統教師中心，教科書萬能	學習科學概念、原理為主	重視既成的科學成果	自然之特性（因果律）
1970	發現式、探討式教學	重視個別差異、過程技能	重視動態研究結果，強調知識的不完整性	自然之結構（瞭解自然）
1980	創造性探討式教學	強調科學思考能力	重視尋求答案之方式	保護自然
1990	建構教學	強調價值判斷能力、科學素養的培養	科學、技學、社會並重	解決環境問題

我國國小科學教育的演變情形為何？

Ans：

年 代	教育型態	教學策略
民國 50 年前	講演式教學	教師中心（系統化科學知識）
民國 50 年代	講演式教學	教師中心（科學概念學習為主）
民國 60 年代	探討、發現式教學	活動中心（重視個別差異，科學概念、方法、態度並重）
民國 70 年代	創造性探討式教學	學生中心（培養科學思考力，以科學態度為主）
民國 80 年代	建構式教學	學生中心（培養具科學素養、健全人格之公民）

何謂統整科學課程？優缺點如何？

Ans：統整科學課程是將科學視為一個整體，忽略學科之界限，以兒童的本質和自發性探究及其活動與經驗為基礎來設計。

而其課程編製是以主題、論題、計畫、模組和領域等為中心，配合目的、學科本質、學生興趣與能力、教師能力、教學資源與社會需求，使學習者能結合經驗與知識達成更完整、更有意義的學習。

優點：1.心理學方面：統整科學比以往學科中心讓學生有興趣與接納，並強化學生組織知識的能力，對科學與技學的快速發展能有統整性的新價值觀。

2.社會學方面：能將知識與現實作結合，更具實用性，能解決生活中跨學科的實際問題，並且能提升公民決定公共政策的能力，提升生活品質。

（Green 1991 報告中指出確實實施統整科學後，學生的學習成就有較好的表現。

而目前美國 Project 2061 的課程設計中也支持統整科學課程。）

缺點：目前有關統整科學課程的成效研究不多，可用的統整教材亦尚未完全、師資培育亦尚未完備，實施上勢必困難重重。另外各科學學科間的邏輯關係差異亦是統整科學課程設計上的一大限制。

說明 82 公佈之新課程標準（自然科）之精神與特色？

Ans：

● 82 年新課程標準在人性化、本土化、國際化、現代化 4 個基本精神的引導下，有諸多創新，以下為新課程標準的特色：

- 1.發揚人文精神
- 2.充實目標內涵
- 3.培養鄉土情懷
- 4.擴充國際視野
- 5.強調彈性與多元
- 6.重視學校自主

● 國民小學自然教育目標，在於指導兒童接近自然，瞭解人與其周圍環境和諧共存之重要，增進科學知能與科學情趣，熟練科學方法，以養成具有科學素養的國民。為達上述目的，必須使兒童能夠：

- 1.主動探究自然現象及其周圍事物，養成隨時發現問題，探究問題，及自行解決問題的能力。
- 2.經由學習活動，了解有關物質、能量、地球環境與生物等的基本科學概念。
- 3.在學習活動中，獲得觀察、實驗等科學方法，藉以啟發其獨立思考與創造發明的能力。
- 4.應用科學方法、科學概念、科學態度於日常生活中事物之處理，並養成欣賞自然、愛護自然、保護環境的情操。

● 自然科新課程的基本精神：

現今已為「高度科學技術社會」、「高度資訊化社會」、「重視人文、環境的社會」，因此自然科課程改革的主要方向為：

- 1.重視直接接觸自然的的經驗
- 2.重視解決問題的活動
- 3.珍惜每個兒童的個性
- 4.重視人對環境的看法與想法
- 5.重視日常生活的配合
- 6.重視運用多樣性的資訊

● 82 年自然科新課程改進重點：

- 一、教材編制：強調以生活化的某一自然現象為主題設計之，
- 二、教學目標：採螺旋式設計，各年級分段目標具體明確。
- 三、教材與教法之聯繫：以學生的「觀察」與「經驗」為出發點，經由舊經驗的省思、



發現問題、探究問題，表現適切的科學態度、運用正確的科學技能找出答案（把握問題→推論→設計驗證→解釋→推廣發展）。這種方式，低年級開始接觸，中年級學習，高年級則希望能表現出問題解決能力。

四、教學活動：強調生活化、本土化、彈性化。

五、教學評量：採多元評量（診斷性、形成性、總結性、實作報告、歷程檔案....）

請就九年一貫課程之特色、精神、及改革理念，試抒己見。

Ans：

「九年一貫課程」在「反集權」、「反知識本位」、「反菁英導向」的時代背景下，採以下**五項理念**全面的對教材、課程評鑑與教學進行變革：

1.學校本位（school-based）

學校是教育改革的基點，讓學校自己作主，可以讓舊教師恢復最初的教學能力、熱忱，也可以全面提升教師專業能力與地位

2.課程統整（curriculum intrgration）

傳統課程偏重浮泛的知識，不但與生活脫節，而且學科間也過於分化，此次以「數學、語文、社會、健康與體育、科技與自然、藝術與人文、綜合活動」七大學習領域，將相關知識加以統整，是為共識。

3.空白課程

傳統課程時間幾乎被學科教學佔滿，要學生自習或補救教學幾乎不可能，所謂適性化發展、個別化教學已然成為空想。此次「綱要」中規定，每週至少 20% 的的時間為彈性教學節數，在基本教學節數中又有選修的空間（小學 10%，國中 30%）。此外每學年上課 200 天內，上下學期可依實際需求，彈性調整週數與節數，如此不但大大提升學生學習的自主空間，對提升學生的學習興趣與成效也有相當助益。

4.能力本位

以往中小學教育目標陳義過高，或不夠具體，且受升學主義和聯考影響，學習偏重於知識記頌，無法與實際生活配合，容易造成學非所用。今將原國民教育十項目標轉化成：



此 10 項基本能力。雖仍有理想色彩，但較以往更為具體，而此 10 項基本能力又在七大學習領域中轉化為「學力指標」，使之更為具體，易於施行。總之以能力取代知識，乃著眼於生活經驗的強調，及國民基本素質的提升。

5. 績效責任 (accountability)

以前課程目標過於空泛，實施項目無法量化，以致課程評鑑無法做好。今將基本能力化為各領域裡的學力指標，一方面可作為課程設計之依據及作為學習成效評估，進而實施補救教學。另一方面更可以此發展成學力測驗，代替入學考試或評估學校辦學績效。

● 「九年一貫課程」有以下五大基本內涵：

1. 人本情懷方面：了解自我、尊重與欣賞他人及不同文化。
2. 統整能力方面：理性與感性之調和、知行合一、人文與科技整合。
3. 民主素養方面：自我表達、獨立思考、與人溝通、團對合作、社會服務、負責守法。
4. 鄉土與國際意識方面：鄉土情、愛國心、世界觀、文化與生態。
5. 終身學習方面：主動探究、解決問題資訊與語言之運用。

●「九年一貫課程」有以下六大特色：

1.以學生為主體，以生活為核心

不再為教師中心教學，也不再與生活脫節。而以學生為主體，以生活為核心。

2.人文與科技兼融，鄉土與國際並蓄

因應社會型態的轉型，強化現實環境的評估、時代趨勢的掌握、價值取向的導引等等。

3.延續學習生命的週期，提升終身學習的能力

培養學生主動求知的能力與意願，使能適應「學力型社會」，獲得適性的發展方向。

4.增設鄉土、英語課程

重視鄉土社區，強化國際通用語言。

5.基本能力取代學科知識

以能帶著走的能力取代背不動的書包。

6.增加教學節數的彈性，強化活動、選修課程。

7.重視學習領域的統整

以七大學習領域取代傳統分科課程。

8.完整結合課程教學與評量

以多元化評量方式配合學校績效責任制來完整結合課程教學與評量。

●我的看法：

九年一貫來得很快，而且已勢必實施。不過再好的課程都需由教師來執行，因此教師觀念的調整與能力的充實，才是執行面最重要的因素。因此教育人員對九年一貫課程應該有以下認識：

1.觀念上：以後教學型態係以學生為主，教師為輔。因此教師應該熟悉建構式教學的理念、技巧還有各種學生中心的教學法。

2.做法上：以七大學習領域為核心，十大基本能力做導向。因此教師應積極培養、熟悉統整課程的教學設計與實施方法。

3.評量上：採用形成性、總結性、學習歷程檔案、實作等多元化評量，揚棄知識背誦，尊重個別差異，使學生能真正適性發展。

4.教材教法上：教師應熟悉建構、統整教學的理念與技巧，始能真正培養學生十大基本能力。

5.課程規劃上：九年一貫有更多的彈性時間，教師應針對學生的實際需要，做補救教學、個別輔導，或將有關環保、人權、資訊、兩性教育等時事議題，在適當

的時機下融入各教學活動中。

- 6.行政支援上：教務、訓導、輔導、總務應齊心合作，以提升教學品質為總目標，如此教學成效方能事半功倍。
- 7.家長配合上：教師應運用各種親師交流的機會，使家長也能了解、接受及配合九年一貫的理念與改變，進而使家長成為教師的「教育合夥人」、「課程規劃小組」，使家長的資源得到適切的發揮，也能使社區成為學校的延伸。

最後再提一點：「師資培育機構的成長」。面對九年一貫的衝擊，社會大眾將絕大部分的眼光都關注在教師的身上，而比較下，似乎較忽視這些教師的母親---各師資培育機構的配合與成長。現實的情況言之，大多數的師資培育機構仍未做好因應九年一貫的準備，依舊以傳統的方式在培育師資（例如：統整課程的理論雖都已知道，但實際上卻沒多少師資培育機構真正做過，真正摸索最多的則是各師院附小和被各教育局指定的國小）。雖然現在強調教師專業，但如果師資培育機構能夠更早一步的成長與推行，相信會更事半功倍。

何謂科學態度？

Ans：我國國民小學自然科課程標準，將科學態度分為 6 大類：

- 1.好奇進取
- 2.負責合作
- 3.虛心客觀
- 4.細心
- 5.信心
- 6.耐心

何謂高層次思考能力（技能）？

Ans：HOT（higher order thinking）是個人概念能力的累進過程的產物，他必須不斷學習才能得以擴展，其建立於基本技能之上（Gagne）。發展 HOT 有助於不同領域知識的學習遷移（learning transfer）。

- 1.解決問題
- 2.做判斷
- 3.批判思考（即分析、綜合能力）
- 4.創造思考

概念學習的重要性？

Ans：Bruner 認為概念學習有助於：

- 1.學生的記憶
- 2.學科的瞭解
- 3.學習的遷移
- 4.分辨教材的層次

Dececco 認為概念學習的教育意義有：

- 1.可簡化環境的複雜性
- 2.有助辨認周圍環境
- 3.可減少經常學習的需要
- 4.有助教學成功

科學評量方法有哪些？

Ans：

- 進行評量可有以下五大功能：
- 1.了解學生起點行為
 - 2.評定學生學習過程、結果
 - 3.診斷學生學習困難
 - 4.使教師了解教學的得失
 - 5.激發學生的學習動機

- 評量的種類：
- 一、
 - 正規評量-----月考、智力測驗、聯考...
 - 非正規評量-----上課回答、教師觀察...
 - 二、
 - 形成性評量-----教學品質管制妙方。
 - 總結性評量-----可得階段性的學習結果。
 - 三、
 - 常模參照評量-----區分該團體成員之成就高低。
 - 標準參照評量-----測驗個人的精熟程度。

● 試題的難度指數 P：(高分組答對人數 + 低分組答對人數) / 全部取樣人數

(P 在 0.5 左右，稱「難度適中」，但對熟練性評量 P 值以 0.7-0.8 為宜。)

● 試題鑑別度指數 D：(高分組答對人數 - 低分組答對人數) / $\frac{1}{2}$ 全部取樣人數

(D 在 0.4 以上，稱「具鑑別度」，0.3 以下通常需修改或淘汰。)

☆50 份試卷以內，分爲一半，各爲高分與低分組。

50-90 份試卷內，取前後的 25 份爲高低分組。

很多份試卷時，取前後的 27% 份爲高低分組。

對於「探究教學活動」該如何評量？

Ans：

對探究教學活動，教師應在活動中隨時留意學生：

1. 對事物現象的關心、意願、態度。
2. 對觀察、實驗的創意、做法、技能、表現。
3. 對事物現象的知識、理解。
4. 科學思考力與其表現。

對探究教學活動評量而言，以**合併多種評量方式**最爲有效、客觀與詳細：

1. 計畫測驗
2. 實驗計畫書
3. 實作測驗
4. 筆記或學生的成品
5. 實驗報告
6. 自我評量
7. 相互評量
8. 紙筆測驗
9. 教師觀察記錄

傳統評量的主要缺失？

Ans：

- 一、傳統社會科學過於堅持科學派典、過於重視研究法、數量化、理性化、系統化，而使傳統評量出現 5 大問題：
- 1.評量脫離脈絡
 - 2.窄化評量範圍
 - 3.評量神聖化
 - 4.評量方法唯一化
 - 5.評量結果價值中立化

我國教學評量發展趨勢？

Ans：

- 1.教學與評量統合化、適性化。(安置性 → 形成性 → 診斷性 → 總結性)
- 2.評量專業化、目標化。
- 3.評量方式多元化、彈性化。(任何評量的實施均需同時合併多種評量模式！)

1.善用行爲、技能檢核表	6.鼓勵撰寫專題報告
2.多用情意、態度評量表	7.善用發表活動
3.系統運用教室觀察記錄	8.多用遊戲化評量
4.善用卷宗評量於各學科	9.納入情意、情緒評量
5.鼓勵撰寫參觀報告	10.注重各科質的評量

- 4.評量內容生活化、多樣化。
- 5.評量人員多元化、互動化。(師評、自評、互評、家長、團體....)
- 6.結果解釋人性化、增強化。
- 7.結果呈現多元化、適時化、全人化。(ex.多元化的成績單)
- 8.評量避免誤用與濫用。
- 9.評量電腦化、網路化。
10. 教師逐漸運用標準參照評量。
11. 社會大眾對教學評量的關心與期許。

何謂實作評量 (performance assessment) ? (真實評量、另類 (變通性) 評量)

Ans :

一、一般所謂「多元化評量」，主要強調除了統紙筆測驗外，另需重視實作評量。

二、實作評量的定義：「由具有**評量專業素養**的教師，編擬與**學習結果應用情境**相似的**模擬測驗情境**，讓學生表現所知、所能的學習結果。」

三、實作評量的類型：

- 1. 檢核表-----評定各項行為、特質「出現與否」。(具**診斷性**、**重複性功能**)
- 2. 評定量表-----評定各項行為、特質「出現頻率」或「程度等級」。
(又分過程、結果評量兩種)
- 3. 軼事記錄-----重要佐證，正負例證均可。
- 4. 口語表達-----缺點：無確切評量標準。
- 5. 開放性問卷
- 6. **檔案評量** (卷宗評量) (作品集項評量) (歷程檔案評量)
- 7. 論文
- 8. 遊戲化評量 (過關、分站、猜猜看、填空高手.....)
- 9. 結構反應問卷

● 運用評定量表的誤差來源：

1. 個人偏見 (苛刻缺失、集中趨勢缺失、雅量缺失)
2. 月暈效應 (一般印象的影響)
3. 邏輯謬誤 (ex. 高智力 = 品學兼優?)

● 運用軼事記錄的誤差來源：

1. 月暈效應
2. 難做到「語文攝影」

何謂檔案評量（卷宗評量、作品集項評量、歷程檔案評量 portfolio assessment）？

Ans：

定義為：「教師依據教學目標、計畫請學生持續一段時間主動收集、組織與省思學習成果的檔案，以評定其努力、進步、成長的情形。」

一般檔案評量分成三類：

- 1.成果檔案
- 2.過程檔案（具有診斷功能）
- 3.評量檔案（具標準化評量優點、缺點）

其主要特質在突破以班級為單位，改以個人為單位。其有以下優缺點：

優點：1.兼顧歷程、結果、認知、情意、技能的整體評量。

2.獲得真實的評量學習結果。

3.多元資料激發創意、動態歷程激發學習興趣。

4.培養主動、積極、負責、反省、表達溝通和組織的學習精神、能力。

5.增進各類人員的溝通，促進師、生、家長關係。

缺點：1.增加教師負擔

2.需較多經費，需考量學校和學生的經濟情況

3.檔案評鑑易受學生「語文、表達、組織」三種能力影響

4.檔案評鑑易受教師個人偏見、月暈效應，影響效度。

5.檔案評鑑易受家長參與程度影響其公平性。

何謂遊戲化評量？有何優缺點？

Ans：

利用遊戲的方式，配合教育目標實行評量，謂之遊戲化評量！其對語文程度、表達能力較弱的學生（例如低年級學生、學障生）相當適合！（因其不適合紙筆、專題或檔案評量模式）

優點：1.提高參與興趣

2.提供真實情境評量

3.兼顧認知、技能、情意生動活潑的評量過程。

4.引導學生合作學習的機會

5.增進學生間間接學習

缺點：1.適切評分標準

2.規劃耗時費力

3.需家長高度配合

4.危險性提高

何謂動態評量？優缺點如何？試述之：

Ans：

動態評量以 Vygotsky 的社會發展認知論為基礎，即「社會中介」、「內化」、「近側發展區」三大概念：

- 社會中介：S-H-O-H-R「刺激--人際社會互動--個體—人際社會互動—反應」。
- 內化：個體認知能力發展是由「他人調適」→「自我調適」。
- 近側發展區：個體獨自完成的「實際發展水準」與「潛在發展水準」間之差距。也就是個體未來可能的認知發展！

動態評量的定義：「教師運用「前測—教學介入—後測」的主動介入模式，透過溝通互動歷程，持續評析學生的學習歷程與成效、前後認知能力的改變，進而提供發展或改變所需的教學介入的一種評量方法。是一種教學與診斷的評量模式。」

動態評量的類型有 6 大類：

- 1.學習潛能評量 LPA
- 2.學習潛能評量設計 LPAD（唯一的非標準化介入）
- 3.極限評量（testing the limits）
- 4.漸進提示評量（最適合班級教學、學障生）----（依據 Vygotsky 近側發展區概念設計之！）
「前測 -- 學習（訓練）-- 遷移 -- 後測」
- 5.心理計量取向動態評量
- 6.連續評量（整合自 LPAD）（較難實施）

優點：1.適用於融合教育，有助於環境文化不力的學生，能顧及個別差異。

2.較能了解學生解決策略的缺失與概念改變的連續歷程。

3.能避免非認知因素的干擾（焦慮、緊張.....）

缺點：1.評量不易執行

2.個別評量成本高

3.教學介入缺乏理論依據

4.動態評量較靜態評量主觀，易因情境改變而改變評量歷程，因此信效度低。

Vygotsky 的社會發展認知論對學障生有何啓示？動態評量如何幫助學障生？

Ans :

學障生的「近側發展區」遠大於真正智障生！

1. 認知發展為社會互動歷程，所以學障生可能導因至社會環境適應不良，
2. 經由教學介入可擴增學生的認知發展區域，激發潛在發展水準。
3. 經由持續的互動評量，可更正確的診斷學障生的真正潛能。
4. 教師熟悉「內化」理論，有助於協助學生調適歷程的進行。

試述戴爾的經驗塔 the cone of experience :

Ans :

Dale 的經驗塔共 11 層，分 3 大部分，有兩個中心思想：

1. 一般學生都是用視覺來學習大部分的教材。
2. 教學通常由具體學習開始，逐漸轉移到抽象學習。

