

# 推理融入自然與生活科技學習領域教學之行動研究

林福甦<sup>1</sup> 劉曼麗<sup>2</sup>

屏東縣東興國民小學<sup>1</sup> 國立屏東教育大學  
學數理教育研究所（投稿日期：95年12月4日；修正日期：96年4月30日、9月11日；接受日期：96年9月30日）

## 摘要

本研究旨在運用推理策略於自然與生活科技學習領域教學中。教學對象是某國小五年級學生兩班共61人。本研究藉由歸納推理、演繹推理、類比推理、與Simon（1996）的推理操作理論，分析教學單元可進行推理的教材，嘗試將推理觀念與做法融入教學。從教與學的互動來發現學生推理的證據，並運用情境設計推理的評量命題，測試學生的學習成就。

研究結果顯示：一、推理可融入自然與生活科技學習領域教學中。二、推理教學可提高學生學習的效能。三、推理教學使評量命題更趨多元化。四、推理教學讓教學者與學生有更多的互動。五、推理教學可促使學生主動學習。

研究具體建議：一、教學者在推理教學之前，須分析活動單元中可進行推理教學的素材。二、推理教學的發展基礎在於師生互動式問答、小組實驗討論與發表，耗時頗多，常有趕課壓力，故宜建立少即是多的教學理念。三、推理情境設計的命題評量，多需學生文字表達推理的看法，宜掌握少數命題的精神。

關鍵詞：歸納推理、演繹推理、類比推理、行動研究

# 壹、研究緣由與目的

在九年一貫課程「自然與生活科技」學習領域的能力指標「思考智能」中強調，學生要能常自問「怎麼做？」，遇事能先自行思考解決的辦法，進而能依現有的理論，運用類比、轉換等推廣方式，推測可能發生的事，依現有理論，運用演繹推理，推斷應發生的事，其目的就是要培養學生推理、思考的能力。

研究者（第一作者）在自然領域的教學過程中，慣用問思法來刺激學生的回應，以引發學生對學習概念的看法，有時候學生會很快地提出生活上的例子來說明，當再進一步深入問題核心時，學生的回答依據常是：「亂猜的」。許多科學原理原則的形成是要收集許多證據，比較、分類、分析、歸納，找出其組織與關聯性推理而成的。如果能夠透過教學活動提昇學生推理能力，是否可減少因瞎猜而出錯的機率，並且有助於科學知識的建構呢？如是，如何將推理能力融入自然與生活科技課程的教學，以提昇學生推理能力？為回答這些問題，因此，本研究的目的是在於探討推理融入自然與生活科技學習領域教學的可行性，與推理教學對提升學生自然領域的學習成效。另外，經由實施推理教學過程中，探討教師可能面臨之困境，及尋求解決困境之道。

## 貳、理論基礎

本研究的理論基礎有三：一是數學觀點的推理理論，一是心理學觀點的推理方式，另一是學習理論，茲分別說明之。

### 一、數學觀點的推理理論

經過一連串思考的過程，從舊經驗或知識中轉換而產生新的知識或想法，其間所經歷的程序就是所謂的「推理」。而根據思考路徑的不同，如從邏輯的角度看之，可將推理主要分為歸納推理（inductive reasoning）、演繹推理（deductive reasoning）及類比推理（analogical reasoning）三種類型（孫名符、呂世虎、傅敏、王仲春，1997）。

#### （一）歸納推理（inductive reasoning）

歸納推理是從特殊的、具體的認識推進到一般的、抽象的認識的一種思維方式。用數學符號表示，如表1（劉曼麗，2004）。

表1 歸納推理符號表

---

$S1 \rightarrow P$	
$S2 \rightarrow P$ $S3 \rightarrow P$ ...	
	$S \rightarrow P$ 其中 $\{S1、S2、S3...Sn\} \subset S$
$S_n \rightarrow P$	

#### （二）演繹推理（deductive reasoning）

1、三段論法：演繹推理是由一般性的命題推出特殊性命題的推理方法。演繹推理的主要形式，就是由大前提、小前提推出結論的三段論式推理。三段論式推理常用的一種格式，可用以下公式來表示，如表2（劉曼麗，2004）。

表2 三段法公式符號表

$A \rightarrow P$		
	$\Rightarrow$	
$B \rightarrow A$		$B \rightarrow P$

2、條件式推理：條件式推理是以某種條件句為前提，從而判斷在某種情況下，會產生何種結果，它的形式為「若p，則q」，並可分為正引法（modus ponens）、反引法（modus tollens）、

否認前置事件（denying the antecedent）和確定結論（affirming the consequent）等四種類型，如表3（黃秀瑄、林瑞欽，1991）。其中正引法與反引法所推導出的結論是屬於有效結論，而否認前置事件與確定結論所導出的結論是屬於無效結論。

表3 四種條件式推理類型表

形 式	名 稱	舉 例	說 明
若p，則q 因此q	正引法（有效證論）	如果這物體是正方形，那麼它是藍色這物體是正方形	這物體是藍色的
若p，則q 非q 因此非p	反引法（有效證論）	如果這物體是正方形，那麼它是藍色這物體不是藍色	這物體不是正方形
若p，則q 非p 因此非q	否認前置事件（無效證論）	如果這物體是正方形，那麼它是藍色這物體不是正方形	這物體不是藍色的
若p，則q 因此p	確定結論（無效證論）	如果這物體是正方形，那麼它是藍色這物體是藍色	這物體是正方形

（引自黃秀瑄、林瑞欽，1991）

### （三）類比推理（analogical reasoning） 3

類比推理是在兩類不同的事物之間進行比對，找出若干相同或相似點之處後，再從一類事物的已知屬性，推測出另一類事物也可能具有相同或相似性質的一種邏輯推理方法。用數學符號表示如表4（劉曼麗，2004）。

表4 類比推理符號表

A : a1、a2、a3...an-1、an  $\implies$  byan  
 B : b1、b2、b3...bn-1、?

得bn

## 二、心理學觀點的推理方式

本研究將數學推理融入自然領域教學中試探，並以心理學觀點的推理方式參照對應。自然界的現象千變萬化，所以必須講究方法，才能有效的分析經由觀察或實驗所得的資料，從而建立各種定律或理論。張春興（1992）在現代心理學中提到，推理方式一般分成演繹式推理和歸納式推理兩種，另外還有一種不按邏輯程序的推理方式，稱為捷徑式推理，茲分述如下：

### （一）演繹式推理（deductive reasoning）

演繹式推理遵循程序法則（rule of procedure）而運作，以普遍承認的原則為前提，從而推演到特定的事例並獲得結論。其標準形式為大前提（凡是人都會死）、小前提（我是人）、結論（所以我也會死）組成三段論法（syllogism）。

### （二）歸納式推理（inductive reasoning）

歸納推理是遵循機率法則（rule of probability）而運作，由特殊事例歸結為概括原則的一種思

考方式，其主要特徵有：1.推理根據為多個具體事例；2.多個事例彼此類似，類似之點即為推理的主要根據；3.類推論證所得的結果，只能視為「邏輯可能」，而非肯定結論。例如，天下烏鴉一般黑。

### (三) 捷徑式推理 (heuristic reasoning)

捷徑式推理是遵循經驗法則 (rule of experience)，即在問題情境中，個人根據以往解決類似問題的經驗所累積的訣竅去推理思考的方法。最大的特徵是不按邏輯程序去思考，不按常理去看問題，在時間有限的情境下，由經驗老到的人使用，有時可做事半功倍之效，但結果未必保證成功，如賭徒謬誤 (gambler's fallacy)。

通常教師在教學歷程提出問題或假設後，若非直接引述結果，就會要求學生「說說看，你怎麼知道的？」而本研究所進行的推理教學，即利用符號邏輯的數學推理策略條列式的探究學生推理解題思維是否成立，並利用心理學觀點的推理理論推演到結論中「如何知道」的部分，以探索學生的推理事實。

## 三、學習理論

在Dale(1969) 所提出的「學習金字塔」理論(如圖一)中可知，學生看到並聽到的保留記憶佔50%的被動學習，若轉換為以學生為中心的操作學習，配合學生分組發表則學習變成主動，而且保留記憶提高為90%。

平均記憶保留比率…

10% 我們所讀到的

20% 我們所聽到的

30% 我們所看到的

50% 我們所聽到的、看到的

70% 我們所說到的

90% 我們同時說

被動學習

且做的

主動學習



圖1

綜合以上兩段，歸納是依據特殊現象推斷一般現象，是依據若干已知的不完盡的現象推斷尚屬未知的現象，因而結論具有猜測的性質，但它由特殊到一般，由具體到抽象的認識功能，對於科學的發現很有幫助。觀察、實驗、對有限的資料作整理，提出帶有規律的說法，乃是科學研究最基本的方法之一，所以，歸納推理是科學發現的一種常用的思維方式。演繹推理的前提與結論之間有蘊涵關係，因而，只要前提是真實的，推理的形式是正確的，那麼結論必定是真實的。演繹推理的目的在於把特殊情況明晰化，把蘊涵的性質揭露出來，並有助於科學的理論化和體系化。類比是從人們已經掌握了事物的屬性，推測被正在研究中的事物屬性，它以舊有認識作基礎，比喻出新的結果，不一定可靠，但卻具有發現的功能。因此，在形成和提出科學假設時，往往要提出可靠性較高的假設來解釋未知的現象，類比推理是提高假設可靠性程度的重要方法之一。整體而言，歸納推理、演繹推理及類比推理在科學領域中皆扮演著重要角色，本研究即以此三種類型為基礎，來探討如何將其內涵落實在自然與生活科技的教學實務中，並根據Dale 所提出的「學習金字塔」理論，以學生為中心的操作學習，來提升學習效能。

## 參、研究方法

### 一、協同行動研究法

根據蔡清田（2000）的定義，所謂行動研究，就是「將『行動』與『研究』二者合而為一，由實務工作者在實際工作情境中，根據自己實務活動中所遭遇的實際問題進行研究，研擬解決問

題的途徑與策略，並透過實際行動付諸執行，進而加以評鑑、反省、回饋、修正，以解決實際問題。因為行動研究的歷程中，除研究者外，也需要教學伙伴與專家的參與，因此，本研究採「協同行動研究」方式進行，由六位不同學習背景者共同組成：包括教授一人（第二作者）、研究者（第一作者，為本研究之行動研究教學者）、自然教師三位（T2、T3、T4）、數學教師一位（T5）。教授指導研究方法及引介理論，T2 為另一研究與教學主角，與研究者同樣擔任五年級自然科教師，在小組研討時提供不少實務寶貴意見。T3 和T4 協助研究者進行教學錄影及資料分析，T5 教師則協助會議記錄及資料收集、整理與建議。

## 二、研究者資歷背景

本研究是以研究者服務的學校作為研究現場，並以研究者任教的五年級兩班級61 位學生進行自然科教學研究。研究者是國立屏東師院數理教育研究所的研究生，從事自然科教學工作有十年之久，一向本著引導學生樂意學習科學，強調科學對生活重要性的意念來進行教學的工作。在教學歷程中，大都以檢視課本教材內容為先，再計畫執行教學，教學過程以講述、實驗或觀察、討論為要主，經由討論結果來填寫習作資料完成單元教學。教學後的紙筆測驗評量命題，大多是是非題、選擇題、配合題、勾選題、問答題或實驗題。

## 三、研究對象

研究者的研究主要對象是自己教學的兩班五年級的61 學童，這些學童的自然課程自四年級開始已跟隨研究者學習了一年，兩班學童的能力相當，學習態度良好，每回的期中或期末評量，班級平均分數差距不到2 分，學科能力無顯著性差異。因為本研究屬行動研究，故第一階段研究過程，一班用原來教學法，而另一班介入推理教學的試探。進入研究第二階段時，五年級兩班全部進行推理教學，並以本校唯一一班的六年級35 位學生為對照組。根據理由是六年級經由一般教學法學習過相同單元，施測前也請任課教師進行課程複習，以喚起學習記憶，其學習成就應不低於五年級生。

## 四、研究流程

研究者根據自己推理教學活動中所遭遇的實際問題進行研究，研擬解決問題的途徑與策略，故本研究歷程依行動研究方法分為三個階段：（一）摸索探究階段，針對同一教學者之兩班五年級生進行推理與一般教學之比較研究；（二）發展再試驗階段，依據摸索階段的教學經驗，對教學新單元全面採用推理教學，並以六年級生為對照組，以瞭解教學成效；（三）沉澱發酵階段，教師教學策略的進化，源自教學理論與實務的衝突再精進。此三階段循環都歷經評鑑、反省、回饋、修正的精鍊，此研究流程如圖2。

發現並界定問題  
（文獻探討）

行動歷程三循環：

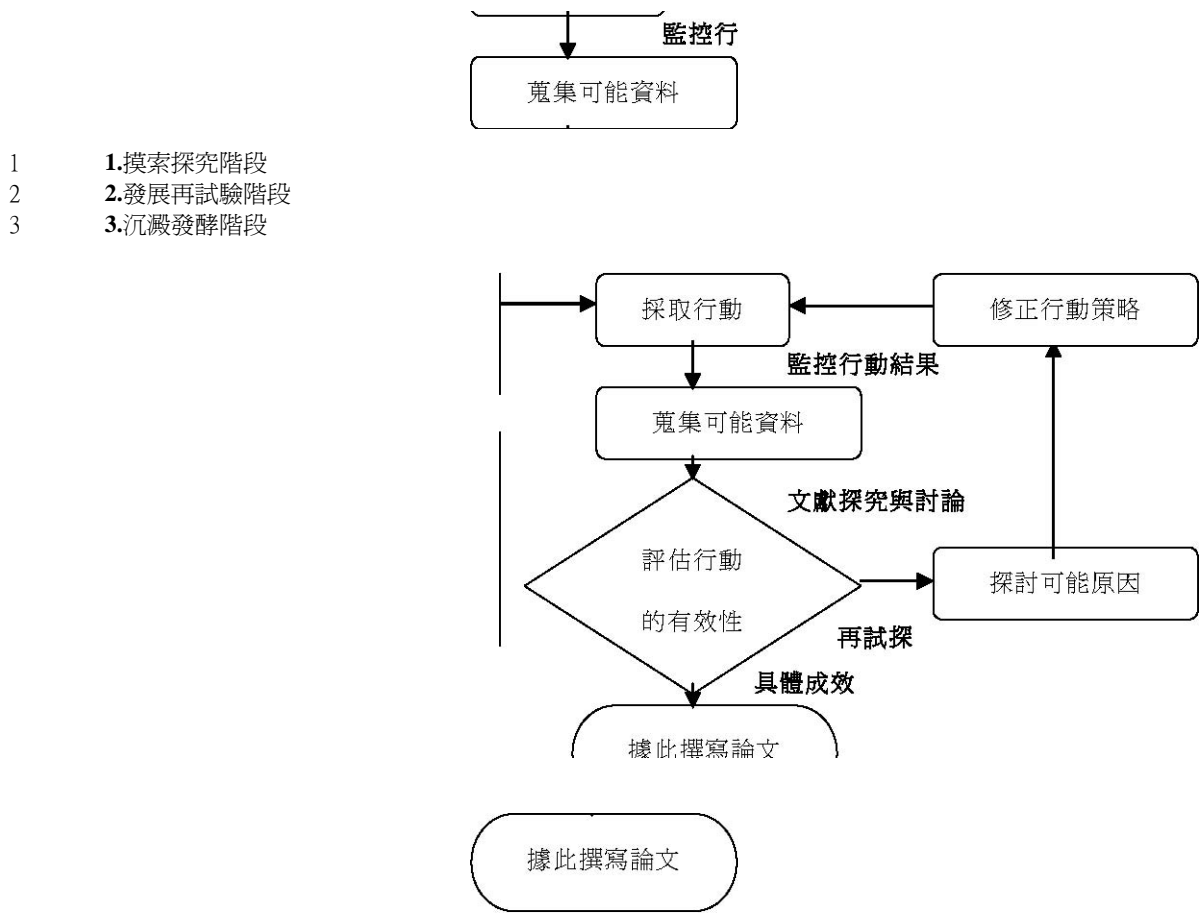


圖2 研究流程圖

## 五、資料收集與分析

Zeichner 和 Liston (1987) 則認為分析教學專業實踐的內涵與反省思考，可分為三個層次：第一個層次著重實踐的行動，第二個層次著重於實踐與理論之間關聯，第三個層次則強調對行動的價值、理想與目的的澄清。研究者從實際推理教學行動中，試煉教材的推理成份，探究學生的學習反應，運用錄影設備輔助研究者紀錄詳實的學生推理反應；運用情境評量命題 (Te) 了解學生學習成就。研究者的教學反省內涵，經由多次研究小組的討論、修正教學策略及行動研究方向，以解決面臨的實際問題。並參考資料分析的三個反省實際階段策略，隨時收集教學影帶 (V)、師生文件 (D)、同儕對話 (Ta) 及問卷 (Q) 等資料，進行質化與量化分析。括弧中的 Te、V、D、Ta、Q 各代表相關資料的來源，而 Te/92.10.21/ 則表示資料來自情境評量命題來源，時間是民國 92 年 10 月 21 號。

## 肆、研究結果與討論

本研究教學時間為 92 學年度上學期，研究定位在『現有課程中採取「融入」方式進行推理能力教學』，從選用教材中分析適合融入推理教學的概念。教學活動分為三個單元，分屬科學三大範疇，研究者的行動研究教學歷程見表 5，教學活動實例舉隅見附錄一。而研究結果與討論則依據研究流程 (一) 摸索探究階段；(二) 發展再試驗階段；(三) 沉澱發酵階段，陳述分析。

表 5 研究時期與教學單元對照表

研究時間	研究工作項目	教學單元	行動研究歷程	推理類型
------	--------	------	--------	------

	準備研究工作、確定	
92.08	研究焦點、擬定研究 計畫、文獻探討	
	第一單元：太陽與星星摸索探究階段 第二單元：形形色色的生物發展再試驗階段 設計教學活動、實施教學活動、觀察、紀錄與、 省思教學情形、修正教學策略再行動 第三單元：水溶液沉澱發酵階段	歸納推理 演繹推理 歸納推理 演繹推理 類比推理 歸納推理 演繹推理 類比推理
92.09.01-92.10.17		歸納推理
92.10.20-92.12.8		演繹推理
92.12.12- 92.1.12		類比推理
93.02	整理及分析資料、文獻探討	

93.03- 93.05 整理分析資料、文獻探討、撰寫研究報告

## 一、摸索探究階段

(一) 首次參與推理教學研討的教學改變：

研究者與劉教授帶領的研究小組第一次會談討論中，對於表6 三個推理思考模式，進行了解討論。並依此理念對第一單元課程，從中嘗試改變教學模式，一班（31 位學生）用自己慣用的教學方式，另一班（30 位學生）則帶入推理教學理論改變教學模式。

表6 引用推理教學理論基礎

推理類型 歸納推理 演繹推理 類比推理

	P1	$z P1 \Rightarrow Q1 ; R1 \Rightarrow P1,$
	P2 $\Rightarrow$ Q	
反映教學界定 <sub>p3</sub>		則 $R1 \Rightarrow Q1 A : B :: C : ? z P \Rightarrow Q$
	...	

五上第一單元【太陽與星星】，研究者認為可從『找出適合觀星條件』的課程內涵介入推理教學。學生經由生活的經驗的分享，可說出許多有關看星星的情境。只要將可能想到的部分條件逐筆呈現在黑板上，就可刺激學生進行更多的思考與回顧。加上老師適時的啟示，最後鼓勵學生從黑板中的資料，整理歸納出合理完善的觀星條件，並以命題方式考驗學生演繹推理的能力。

(二) 課程中推理證據

研究者從小朋友的經驗出發，經由分享逐筆記錄觀星的地點到黑板上。再分別從黑板整合的資料，讓小朋友經由辯正討論發現適合觀星的條件。如有相關條件未出現時，研究者設法引導出他們遺漏的想法。

1. 歸納前段（P1、P2、P3……）學生反應：（研究者板書學生的看法，V/92.09.16）

- 1 (1) 晚上天空漂亮的時候。
- 2 (2) 颱風過後把雲吹掉的時候。
- 3 (3) 沒有光害的地方。
- 4 (4) 晚上停電的時候。



- 5 (5) 晚上在山上；（另有人提【露營】）
- 6 (6) 月亮的亮光少的時候。
- 7 (7) 在海邊。（此時老師再追問為甚麼，其他學生補充回答『比較沒有建築物』）
- 8 (8) 沒有雲的時候。
- 9 (9) 晚上在坐船的時候，我爸爸告訴我他的經驗，可以看到很漂亮的星星。
- 10 家裡的陽台。當老師問說「陽台不是有燈嗎？」學生馬上回答：「把他關掉。另有學生說：「鄰居的燈你關不掉啊！」

## 2. 學生的歸納推理事實（P1、P2、P3 ⇨ Q）：學生歸納結果

- 1 (1) 沒有阻擋物的空曠地方。
- 2 (2) 沒有光害的地方。
- 3 (3) 月亮亮光小的時候。經由老師的提問引導寫出(沒有月光或月光少的時候)
- 4 (4) 沒有空氣污染的地方。
- 5 (5) 要天氣晴朗無雲的晚上。

## 3. 老師的考驗

研究者請一位在課程進行中未曾發言的小朋友回答下列問題：『東港夜市是否適合看星星？』。回答的小朋友看了黑板一下子後，順利挑出不符上述1、2、4、5 條件的理由，並回答『不適合』。（V/92.09.16）

研究者請小朋友推薦他家附近哪些地方適合看星星？並請他們說出為什麼？一位未曾發言的康同學說：「『東港溪河堤』適合看星星，因為她家附近只有那裡較暗，而且河堤靠河那一側只有寬闊河水，沒有其他建築物的阻擋，河堤上雖有燈光，但都只是高至膝蓋的小燈而已」。（此時，有其他同學反駁說，另一側的住家燈光會影響啊！）。她沒辯駁，研究者只好出面告訴大家說：「以他家附近的條件來說，那裡確實是最理想的地方。因為老師給他的條件是她家附近，不是嗎！」

## 4. 發現學生的演繹推理（由原理原則找出符合的個案）

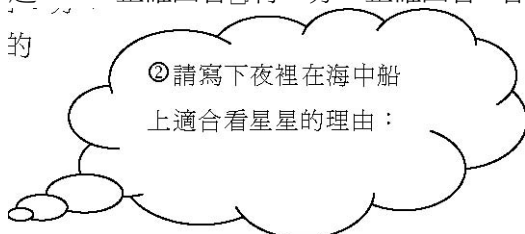
研究者給予一個情境，並請學生挑一地方說明適合觀星的理由。【例】如果有一活動是晚上要帶小朋友看星星的課程，你們認為東港哪一個地方最適合？根據的理由是甚麼？甚麼時候去？

有一學生回答老師提出的問題說：「大鵬灣的殼島上，因為殼島上空曠、沒光害、應該也沒有空氣污染。」研究者追問：「何時去較理想？」他回答：「沒有月光的時候」。（三）

評量設計與結果探討為了比較自己慣用模式教學（老師自行歸納觀星條件）班級，與經由推理教學模

式班級對歸納演繹推理引用能力的關係，在第一次評量中設計與之相關試卷，對學生學習的表現進行考驗。

1. 考驗問題：（第一次評量試卷的第四題，Te/92.10.14）第四題、10%正確回答得3分；正確回答者得的



8分；

伯韓為了觀察天空美麗的星星，想跟著爸爸的漁船到海上並利用時間看星星。請問各位同學伯韓應該選擇怎樣的日子跟爸爸出海才能如願？答：☐我認為應該選擇：

2. 學生答題例子：

(1) 高分組的比較：如圖3。(D/92.10.15)

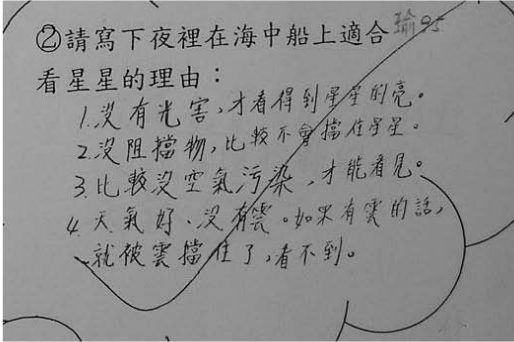
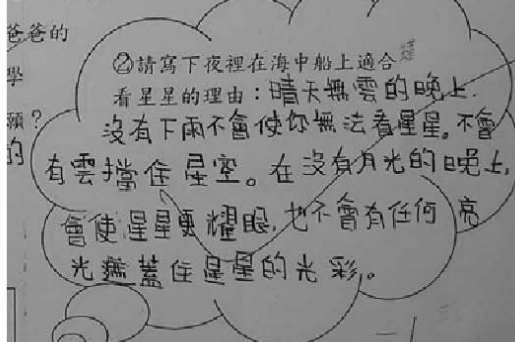
推理教學模式班學生	慣用模式教學班學生
	
師：演繹推理條理分明。	師：思考聚焦在天氣與光害上。

圖3 評量答題內涵比較

- 1 3.評量結果：如表7。(Te/92.10.16)
- 2 4.結果分析：

評量結果，除第四題兩班平均差距4.9分，與總平均的差距6分很接近外，其餘各大題總平均差距都在1分之內，所以兩班平均差距，來自第四題答題結果。由此或可推論，引導學生自行歸納推理的教學模式，比較能訓練學習完整思考一個問題，並作有條理的推論。

表7 兩班成績統計資料

第四題答題號	推理教學模式班(30人)				慣用模式教學班(31人)				全班得分
	完整答對	部分答對	沒答對	全班得分	完整答對	部分答對	沒答對		
1	8人	20人	2人	63分	3人	18人	10人	45分	
2	9人	20人	1人	192分	0人	24人	7人	109分	
平均	8.5分			3.6分					
總平均	2370÷30=79				2263÷31=73分				

(四) 教學反省

1.正向的回饋：(1)進行推理教學的課程，研究者對引起學生動機的處理適宜，引發學生熱烈的討論，並提出許多看法。這些看法同時分項呈現在黑板上，以供全班同學

的思考與歸納。如此的做法可引發新的思維，如「月明星稀」的成語與經驗相應證，經由討論歸納後，全班得到一個合理又具條理的結果，加深學生理解認知的印象，因此在相關評量答題中有良好的答題思緒。(2)研究者因為學生的發言多，課程進行活潑，站在引導的角色覺得比較輕鬆。(D/92.10.17)

2 2.發現的問題：(1)為了驗證推理教學的效能，另一班級，研究者並未改變過去教學習慣，課程雖有討論，但資料的來源與歸納的原動力並不是來自學生。歸納整理的結果也是由研究者來統整分析，時間容易掌控，只是學生無法依靠來自自己的歸納演繹推理加深自己的認知印象，因此在相關評量答題中無法有條理回答相關問題。(2)研究者依慣用教學模式進教學，教學內涵屬於自己演出的份量較推理教學吃重。(3)進行推理教學的課程，很花時間，有教學進度的壓力。(4)雖然兩班評量結果有差距，可證明推理教學的效能，但不同的教學策略易引起家長的誤解，教學者不得不謹慎。(D/92.10.17)

## 二、發展再試驗階段

### (一) 學生反應推理的界定：

研究小組經多次討論『推理的定義』修正用詞後，將教學過程中反應推理界定結果列於表8。  
(D/92.10.21)

### (二) 研究者教學模式的改變

經由第一次推理教學的心得，與對學生反應推理界定的釐清，研究者以「歸納結果，建構知識；演繹推理，產生新知，藉以解決問題」的觀點，將推理教學的理念融入過去習慣的教學模式中，將教學模式修正為如圖4。這其中最大的改變來自教材的分析。因為從過去的教學經驗中，對於在教學前教材的閱讀，研究者只試圖掌握整個教學的內容。但經由推理教學概念的介入，會積極思考哪些內容是否適合運用推理教學，以增強學生歸納演繹的推理能力，提高學生的學習成就。

表8 學生反應推理界定

歸納推理 演繹推理 類比推理

從許多個別的事件中找出共同性形成結論，以得到新的認知。

以某些一般性的原理原則或知識為前提，據此推論新的事例，以形成新的認知。

將新知識與舊經驗先做比對，獲得之間的關連性後，能將舊經驗類比到新知識中。

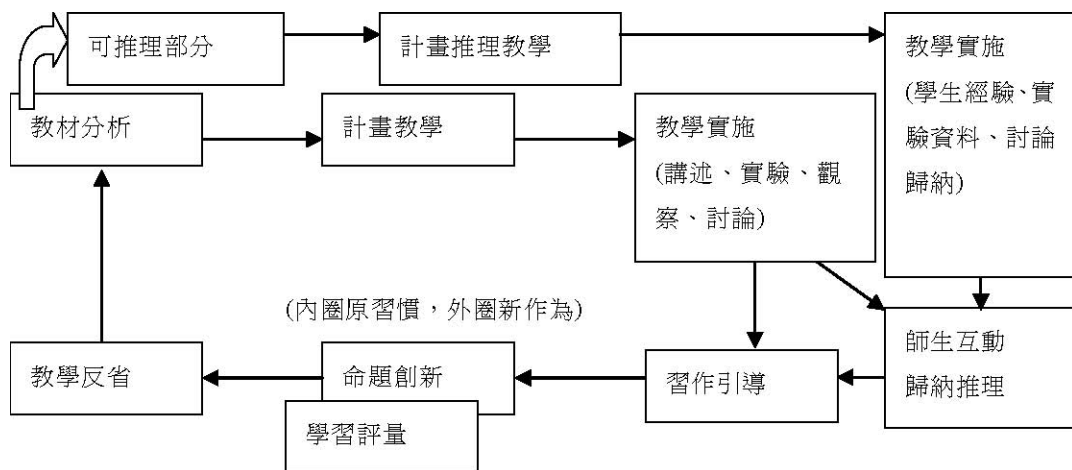


圖4 研究者參與研究後改變的教學模式

### (三) 教材分析：

根據以往的文獻顯示生物教學並不適於融入推理教學（陳素玲，2002）。但研究者分析第二教學單元【形形色色的生物】教材後，可從中找出推理相關教學內容，其分析結果列於表9。

### (四) 教學對象：

在摸索探究階段，研究者僅選用一個班級實施推理教學。因顧及教學內容與策略的一致性，此階段五年級全部兩班（61 人）同時進行相同的教學方法，由研究者直接依教學規劃進行教學，不使用課本。表9 可進行推理教學之教材內容（D/92.10.20）

教材內容	分析內涵	推理界定
探究根莖葉的功能	由學生討論的結果內容：(對比發展人與植物的共同點)	類比推理
探究水在植物體內的流動	運用小組討論的結果，產生假設性的看法，並進行實驗設計來驗證假設	歸納推理

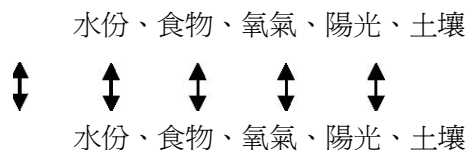
實驗結果驗證與發表	經由實驗結果得到一新的事證，並以事證的比較獲得正確的新知。	歸納推理
植物種子傳播方式	經由對植物種子傳播方式的認知，建立知識性的基礎，並對新情境的判斷推想。	演繹推理
認識動物外型特徵、覓食方法、與習性的關係	從對動物外型特徵與覓食習性方式的認知，進行歸納或演繹	歸納與演繹

(五) 從類比推理教學開始：

教學活動儘量讓小組先行討論，並將結果發表在討論，教師扮演推理的催化劑角色。研究者提問：人也是需要喝水，吃飯才能成長。那人的成長與蔬菜的成長之間有什麼地方可能相似的呢？

學生討論的結果內容：（對比發展人與植物的共同點）（V/92.10.28）

人需要



被蔬菜需要研究者：人對於水分和植物對於水分的處理

方式如何？學生：流汗（皮膚毛細孔）**V.S** 蔬菜水分從葉背的像毛細孔方式排放出來。水可讓人成長補充體力（研究者）**V.S** 蔬菜的水分（學生）：a、成長，使它不死。b、行光合作用c、補充體力（花枯了澆水又活了）d、製造自己要的養分。學生說：「人與植物構造不同，功能也不一樣，植物需要土，人就不需要。」（六）學生小組自我討論與實驗結果的新發現：我們知道從過去到現今的教科書編寫，都包含詳細的實驗步驟與取代實驗的方法

說明。為了讓小組討論思維來自最原始的先備知識，因此水分在根、莖、葉中的流動情形成為討論與驗證的主軸。茲舉反面論證課程實例說明之。

1. 小組假設：【第一組】發表與對話內容（R：表示報告小組的回應、S：他組學生的提問。）（Ta/92.10.31）水從葉子往下流，有時會在葉子裡循環再到莖。（R：澆水，葉吸收，往下送）。

S：水從葉子的哪裡進入葉裡？

R：葉表

S2：那吸哪裡的養分（R：未答）

S3：澆水可從樹的旁邊澆啊！？

R：用毛細孔吸啊。

2. 實驗結果發表第一組結果報告：本組杯子裡的水減少了一些，但根部卻很乾，經解剖後發現莖並沒有變色，所以證明葉子不會吸水分。而我們看到水的減少是因為杯子沒有蓋著，使水分蒸發了。我覺得本組當初的假設（水從葉子往下流，有時會在葉子裡循環再到莖）是錯的，與實驗結果不符合。（V/92.11.11）

3. 否認驗證思維

研究者回應說：第一組報告的同學勇氣可佳，因為能代表小組發言，承認自己的假設經實驗驗證是錯誤的。其實這樣的結果貢獻很大，因為驗證『自己的假設』是個錯誤，更能肯定其他小組想法的正確性。（V/92.11.11）

表10 總結評量試題分析

題號	題目內容	類型	考驗目標	推理成分
----	------	----	------	------

一	每一連線2分，共20分【請連接植物根、莖、葉正確的功能位置】	連連看	瞭解根、莖、葉各有其功能	僅認知無推理
二	我們知道植物花朵的花蕊有雄蕊和雌蕊之分，哪請問什麼叫『授粉』？本題4分。	問答	瞭解花朵的功能	企圖從說明中出現類比
三	下列有十種植物，請正確填入下表位置：每題1分，共10分。表一(風力傳播)、表二(水力傳播)、表三(動物傳播)、表四(彈力傳播)《棋盤腳、昭和草、鬼針草、榕樹、酢漿草、鳳仙花、椰子樹、蒲公英、春不老、羊帶來》	歸類	從植物種子的差異，對種子傳播方式的理解	歸納
四	下圖是兩塊陸地隔著海水相距一公里，灰色的地方種有【棋盤腳、鬼針草、榕樹、酢漿草、椰子樹、蒲公英】等六種植物，請依據第三題您對植物理解的知識，回答下列問題。答對每題4分，共16分請問一年以後，兩個島上A、B、C、D四個地方可能長出題目中的哪一種植物？寫出你的看法，並說明理由：動物分類玩一玩：28分請為底下動物進行二分法的分類。大象、蚱蜢、麻雀、大肚魚、蜥蜴、青蛙、雞狗、獅子、獨角仙、海豚、老鷹、鴿子、斑馬	應用題二層次分類分類歸納	從種子外型與傳播方式歸納習得的知識，推論未來應該發生的結果藉著對動植物的認識，能自訂一些標準，把動物做第二層次以上的分類經由對動物的認知找出共通點，學會歸納判別	演繹推理歸納推理歸納
五				
六				
七	以下問題純屬虛構，目的是考考你的思考能力，各位小朋友加油！10分據說太武山小鬼湖旁出現一種兇猛的動物，只吃動物(如兔子、山羌、山鼠等)的肉，有兩隻腳，能在水面滑水，又能用雙腳抓取獵物，除此之外牠還能飛，但翅膀沒有羽毛。請各位同學用文字說明或直接畫圖表示這隻怪物的(1)腳型樣子、(2)翅膀樣子、(3)嘴型樣子！	應用創造	藉由學生對動物的認知內涵，測試學生演繹、類比、與創造能力	演繹推理與類比推理

#### (六) 評量的改變：

過去多年來，研究者對於評量試題的類型大都採用是非、選擇、配合、簡答、勾選、填充或編號對照等類型。本次課程的總結評量做了一大膽的改變，以連結、問答、應用為主，並經劉曼麗博士帶領的研究小組討論檢試修正，以符合驗證學童答題的推理性，佈題內容列於表10。同時為了參照推理教學效能，以六年級35位同學為參照組，協商本校六年級自然教師先行複習相關單元，並代為施測本試卷。表11統計出六年級一班與五年級兩班施測後的總成績。

#### (七) 評量結果：表11 評

##### 量施測總成績

班級五年一班(31人) 五年二班(30人) 六年級僅一班(35人)

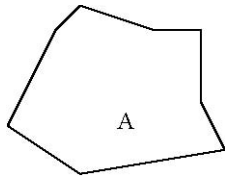
總平均  $2518 \div 31 = 81.2$  分  $2481 \div 30 = 82.7$   $2242 \div 35 = 64.1$

由表11可以看出，五年級兩班總結性評量的成績，高於六年級成績有15分之多。此差距可能是六年級生僅具傳統試卷答題經驗，又未接受過推理教學的訓練，對需要以文字和圖示來推理答題之測驗，較難以將習得知識整合運用於答題上。如果我們僅以成績的結果來判定學習成就，那麼進行推理教學，的確能幫助學生的推理思考，且評量的設計有別於以往的內容，較注重推理的思考，屬開放性問答者多。(D/92.12.10)

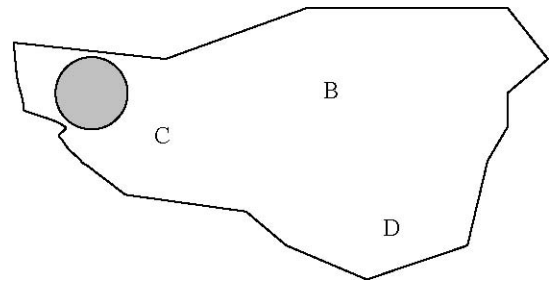
##### 1. 從演繹推理的證據說明五六年級答題差異比較：

從以下兩個例子我們可以發現，經由推理教學後的學生，對新的命題境，較能依據已知的知識進行合理的推測與判斷，充分展現演繹推理的能力。評量題目：(Te/92.12.09)

下圖是兩塊陸地隔著海水相距一公里，灰色的地方種有【棋盤腳、鬼針草、榕樹、酢醬草、椰子樹、蒲公英】等六種植物，請依據第三題您對植物理解的知識，回答下列問題。答對每題4分，共16分



海水



請問一年以後兩個島上A、B、C、D 四個地方可能長出題目中的哪一種植物？寫出你的看法，並說明理由：

- 推論證據：如表12。表12 推論說明

A ⇔ P B ⇔ A
浮水性果實 (A) ⇔ 果實會在河邊、海邊發芽長成新個體 (P) 棋盤腳 (B) ⇔ 浮水性果實 (A)

Ö B ⇔ P
Ö 棋盤腳 (B) ⇔ 果實會在河邊、海邊發芽長成新個體 (P)

- 評量目的：從種子外型與傳播方式歸納習得的知識，推論未來應該發生的結果 • 五年級生答題例子 (D/92.12.10)

長出題目中的哪一種植物？寫出你的看法，並說明理由：

A: 椰子樹、棋盤腳， 因為它們都有可能從C利用水力流過來。	B: 蒲公英、酢醬草， 可能會利用風力、彈力，到較近的地方。
C: 椰子樹、棋盤腳， 也有可能從A利用水力流過來。	D: 鬼針草、榕樹， 那裡平原多，動物也一定較多，所以可能它們的種子，就會被動物附在身上，帶到那裡去。

長出題目中的哪一種植物？寫出你的看法，並說明理由：

A: 棋盤腳、椰子樹。因為他們的果實是海邊果。	B: 蒲公英、鬼針草。因為海風很強，可能把他吹到B。因為靠海的地方住著很多。
C: 酢醬草。因為他是靠彈力，沒有可能彈到B、D或A的地方。	D: 榕樹。鳥兒把他的種子丟到D，因為那裡少人，多樹木，所以就在那公芽生長。

- 六年級答題例子：（未接受推理教學）（D/92.12.10）

6 長出題目中的哪一種植物？寫出你的看法，並說明理由：

A: 棋盤腳，靠水力傳播	B: 鬼針草，靠沾粘傳播
C: 榕樹，落地生根	D: 蒲公英，靠風力傳播

長出題目中的哪一種植物？寫出你的看法，並說明理由：

A: 酢醬草直覺   棋盤腳直覺	B: 蒲公英直覺   榕樹直覺
C: 棋盤腳直覺	D: 椰子樹直覺   鬼針草直覺

## 2.五六年級對第四題（比重16分）的答題分析：見表13。（D/92.12.11）

表13 五年級兩班在第四題的答題內涵與結果非常相近，跟六年級的內涵與結果比較，有很大的差距。以全部答對人次來說，六年級僅有一人未被扣分，而五年級兩班全對同學都在11人次之上。足見推理教學不但可以協助學童對知識的整合，也能增進學童運用已知知識對命題進行有效的解題。

從六年級的解題內容，研究者發現未經推理教學的六年級學童，並不習慣填答需要多文字說明的命題，因此放棄作答、或僅填答一半者計有18人次，佔全班51%。表13 五六年級對第四題答題結果分析

項目	五年一班		五年二班		六年級	
	人次	積分	人次	積分	人次	積分
完全答對	12	192	11	176	1	16
部分答對	15	148	15	165	22	164
全沒答對	0	0	0	0	1	0
未作答	4	0	4	0	11	0
總得分(人)	31	340	30	341	35	180
平均分數		10.97		11.37		5.14

### 3. 類比與演繹推理的證據

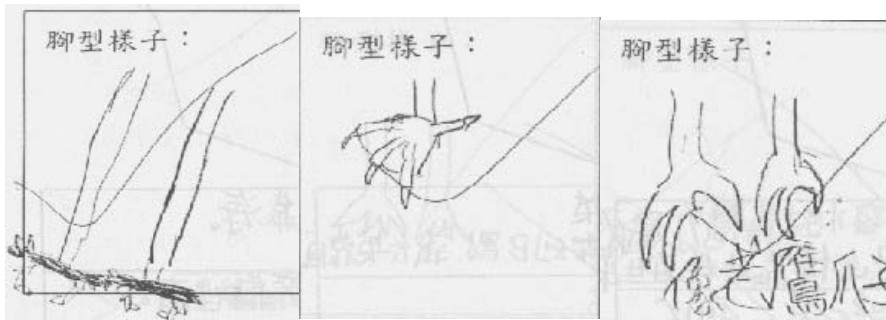
命題內容：「據說太武山小鬼湖旁出現一種兇猛的動物，只吃動物(如兔子、山羌、山鼠等)的肉，有兩隻腳，能在水面滑水，又能用雙腳抓取獵物，除此之外牠還能飛，但翅膀沒有羽毛。請各位同學用文字說明或直接畫圖表示這隻怪物的(1)腳型樣子、(2) 翅膀樣子、(3)嘴型樣子！

(Te/92.12.09)」藉由學生對動物的認知內涵，測試學生演繹推理、類比推理與創造能力，是本命題的考驗要項。整體來說五年級學生還是優於六年級的表現。

(1) 能在水面滑行又可抓取獵物的雙腳之推理，見圖5。(D/92.12.10)

引用的推理是 (一)演繹推理：以某些一般性的原理原則或知識為前提，據此推論新的事例，以形成新的認知。(二)類比推理：將新知識與舊經驗先做比對，獲得之間的關連性後，能將舊經驗類比到新知識中。

研究者預設的結果，是希望學童能應用課程中探討各式動物的習性與外表特徵，來建構一個合理又是虛構的外型，因此只要可以合理解釋的答案都是可被接受的結果。從高答對率的表現來看，學童具有嘗試推理的企圖心。圖5 學生類比推理圖樣

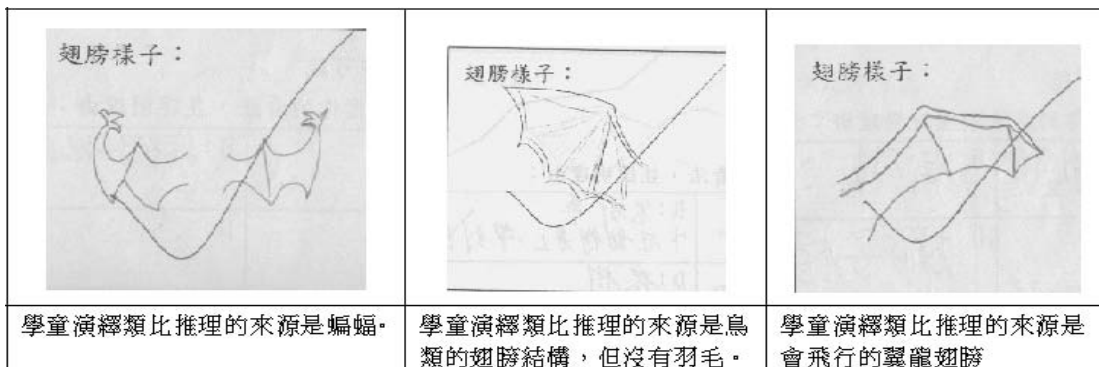


學生企圖將滑水功能結合在尖銳爪的腳上，爪的運用來自肉食鳥類，滑水結構外型像滑板。

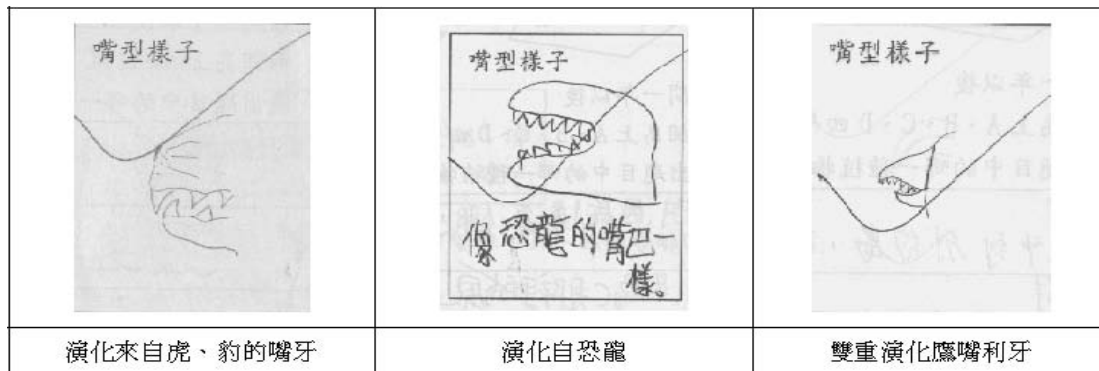
以鷹類的爪，配上鴨鵝類的腳蹼。

這是從『只吃動物(如兔子、山羌、山鼠等)的肉』訊息而來的推測。

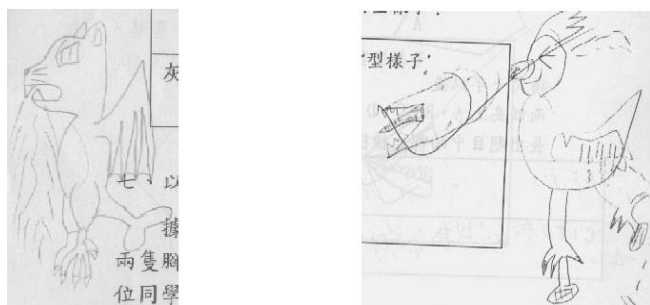
- 1 (2) 沒有羽毛的翅膀之推理，見圖6。(D/92.12.10) 圖6 學生演繹類比推理證據
- 2 (3) 肉食性的嘴型，見圖7。(D/92.12.10) 圖7 學童對頭部的推理表現







(4) 學童心中演繹怪物全圖 (D/92.12.10)



(八) 研究者省思

『研究者領悟：想像力雖然無窮，但想像力少了基本認知的支持就沒有推理的成分，沒能合理的解釋推想的內涵就是空想。』(D/92.12.15)

從根莖葉實驗發現，因為絕大部分結論是根吸收水，莖運輸水分，葉片則負責蒸散水分，此看法的組別較多，因此其他種想法的學生有失去對自己看法信心的現象。因與眾不同就不敢確定自己的想法，實驗結果與假設(想法)相左也不敢面對，這種現象在科學教室裡常可見。

過去，研究者在實驗室裡的教學與實作中，從未出現否證的現象與實驗結果。因為自然科教材中所有實驗都以導引實驗的方式進行，並沒有機會探知學生最原始的思考內容，因此研究者決定不修正小組的結論，任由小組自行討論出小組的結果。如此自由的思考模式，學生未受任何牽引，最原始的思想會自然流露，因此出現珍貴與眾不同觀點的，也唯有如此，再經由實驗驗證來否定自己小組的觀點，同時也驗證其他小組看法的正確性。這種經由否定驗證方式，來凸顯其他小組假設的正確性之教學，也是研究者多年來教學的新經驗。

另外，執行此類課程的設計有一基本原則，即不希望學生預習課程，也不讓學生帶著課本上課，唯有如此，較有可能在小組討論中出現與眾不同的假設。當然老師也可經由此種經驗，自行引導設計相關否證實驗來反證其他組別的結果，當然能經由學習小組討論出否證的假設更好。

### 三、沉澱發酵階段

教師教學反思的依據，來自學生學習反應與學習成就；教師教學策略的進化，源自教學理論與實務的衝突再精進。經過「觀測星星」、「形形色色的生物」兩個單元三個月教學與研究群研討的粹煉，推理教學的理論基礎，從數學推理的若P 則Q，到經多次修改為文字敘述的界定，還是無法具體明確表達「推理」是否存在的事實。直到我們發現Simon (1996) 所提出的Reasoning Operators (見圖8) 才恍然大悟，原來只要學童以原有的先備知識(Information )為基礎，經由類比(Analogue )、演繹(Deductive)、歸納(Inductive)、或視覺推理(Visual Reasoning) 的轉換(Transformation) 產生新的認知(New Information )都是推理的操作。

(一) 推理教學理論新依據：

Perspectives

Reasoning Operators ( Simon, 1996)

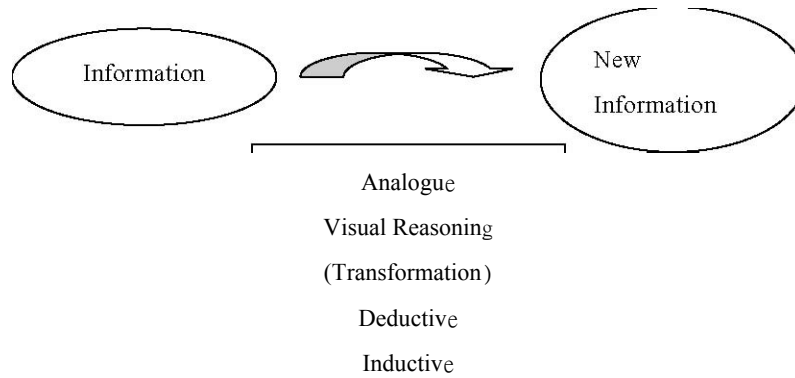


圖8 Reasoning Operators ( Simon, 1996) Simon (1996) 的推理操作中

的轉變 (Transformation) 推理，所指的是學習者的自然傾向，是一種思考的能力，不是靜態的，而是連續狀態產生的動力過程，它的要件有三：

- 1 學生有自發的慾望去尋求認知的方式。
  - 2 學生具有一種觀念，以策略去檢視問題。
  - 3 學生致力於有效的取得新認知，不一定是歸納，也不一定是演繹的。
- (二) 推理教材分析再精進經由推理教學一番的歷練，研究者對第三單元「水溶液」課程教材的分析更佳精

進，見表14 列舉教學活動一「水蒸發了」教材分析結構與思維。

(三) 有效與無效推理的實例

教學活動：以棉花沾水包住溫度計底部，對照不包棉花溫度計，比較溫度的變化證明水蒸發會吸熱使溫度降低。研究者請同學嘗試用自來水輕拍臉頰後的感覺，大家都覺得清涼。當教師在執行課程中嘗試收集學童的原始思考模式方式有二，一是直接互動提問，另一是命題考驗。

表14 教學活動一「水蒸發了」教材分析 (D/92.12.15)

探究內容	學生的先備知識	學生新知	推理操作	引發推理的教學技巧
生活中水蒸發現象	從學童的經驗談起	老師歸納		歸納舊經驗，產出新知
如何探知空氣中的水蒸氣	水蒸發以後跑到哪裡去？	實驗發現	類比推理	老師提問、師生互動討論、實驗證明
察覺水蒸發會吸熱的現象		實驗發現		設計實驗驗證，給於學童新的知識
生活中有哪些因水蒸發而感覺溫度降低的現象	從生活經驗與水蒸發會吸熱的道理結合	發現生活經驗降溫的道理	類比推理	師生提問、討論對話 命題考驗

命題考驗：請同學舉兩個例子說明水蒸發時會吸熱的現象。這樣的命題是以實驗結果當認知基礎，水輕拍臉頰當例子，讓學童嘗試同理引證的類比推理。

A、學童錯誤的類比 (D/92.12.19)

- S01：面紙濕後放在桌上不久就乾了。  
 S02：游泳完後起來時，過一會兒身體會變乾。  
 S03：衣服本來是濕的，曬乾後，衣服會熱熱的。  
 S04：毛巾濕的，隔天早上是乾的表示會吸熱。

B、學童正確的類比推理，豐富生活的經驗。(D/92.12.19)

- S05：夏天潑水在水泥地上，過一段時間後水泥地會冰冰涼涼的。  
 S06：工作或運動後，身上濕的衣服變乾，會冷。  
 S07：洗完澡會覺得冷。  
 S08：游泳後起來一會兒會冷。  
 S09：濕的衣服穿在身上，會漸漸覺得冷。  
 S10：下雨過後天氣變冷。  
 S11：在馬路上潑水。  
 S12：把冰水從冰箱拿出來，週邊的空氣會涼涼的。  
 S13：洗完手時，手是濕的，就會覺得很清涼，因為手上的水蒸發時會吸熱。  
 S14：冰融化時，會變冷。  
 S15：把水灑在很熱的石頭上，石頭會變冷。

(四) 演繹評量策略

此命題是以Simon (1996) 的推理操作中的轉變 (Transformation) 推理定義來命題。命題如下「無尾熊班群到山上露營，但有一小隊迷路了，隊員都很渴，此時在山中的避難所的桌子上發現三瓶無色透明的水溶液，分別用三個像籃球大的玻璃瓶裝著，但標籤已脫落在地上無法分辨它們，只知那三張標籤分別寫著(1)可解渴的鹽水、

(2)參有瀉藥的糖水、(3)參有毒藥的小蘇打水。(Te/93.01.13)」各位同學，如果你是其中一個隊員正，你要如何找出『可解渴的鹽水』呢？

這樣的情境看似知識的運用，其實隱含演繹推理的成分，演繹推理的定義：『以某些一般性的原理原則或知識為前提，據此推論新的事例，以形成新的認知。』因此只要學童思考的策略成功找出可解渴的鹽水，就是成功的推論。

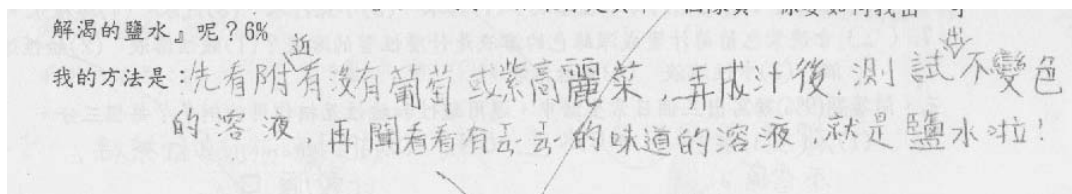


圖9 蘇同學成功的推理：(D/93.01.14) 康同學無效的推理：如圖10，沒有引用正確的先備知識進行推論，就會造成推論無效。(D/93.01.14)

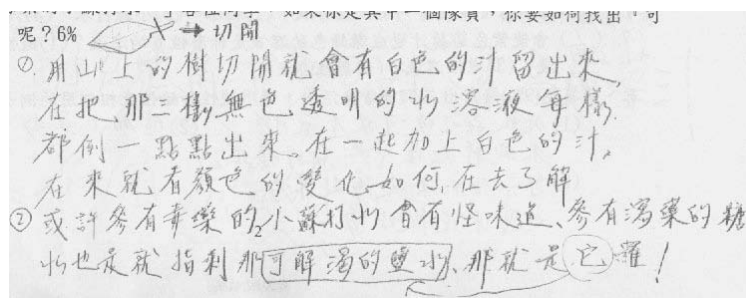


圖10 康同學無效的推理

李同學成功的推理：『找三個容器，其中三個裝一點不同的溶液；再到山中找紫色或深色花的花或草，敲碎弄成汁來當檢驗試劑，滴入容器中有變色的就是有毒的蘇打水，然後再把剩下的溶液倒出來一些，找螞蟻來試試，因為螞蟻喜歡甜甜的東西，只要螞蟻靠近停留的一定是參有瀉藥的糖水。』（D/93.01.14）

吳同學成功的推理：『滴一滴紫色高麗菜汁，變深色的是蘇打水，拿另外兩杯水煮開蒸發後會產生白白的結晶，就可用判斷是糖水或鹽水了。』（D/93.01.14）王同學一半無效推理：如圖11，『糖水有瀉藥使小蘇打水不能變較深的顏色』沒有根據。（D/93.01.14）

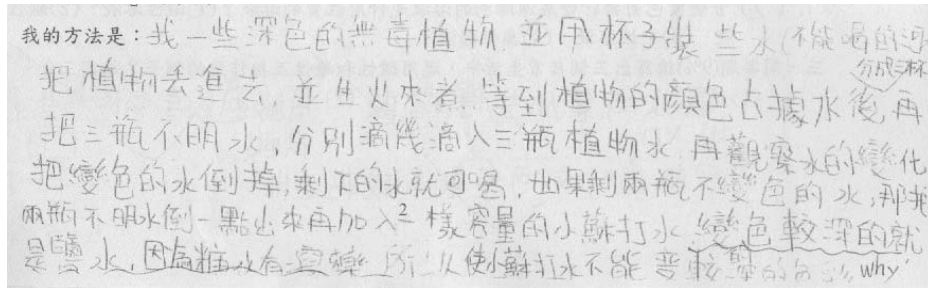


圖11 王同學一半無效推理

#### 四、學生對推理教學的看法

爲了瞭解參與推理教學學生對推理教學的看法，研究者設計【學習後的情意問卷】請這58位學童（有三位因故未填答）。此問卷經由科學態度專家莊嘉坤博士、研究方法專家林曉雯博士、和數學推理專家劉曼麗博士的檢核修訂後施測，其結果列於表15（詳見附錄二）。

表15 「學習後的情意問卷」調查結果（Q/93.01.19）

問題		喜歡	不喜歡
問題一	在自然課程中，老師的提問常引發同學的思考，並讓大家有機會發表看法，也有很多機會和老師互動討論。這種上課方式您喜歡嗎？	52 人 89.66%	6 人 10.44%
問題二	在自然課程中，老師引導同學對某一自然現象發表生活經驗，經大家討論整合後老師或同學再形成結論的教學方式，會不會比都不討論由老師直接講述作結論好呢？	36 人 62.07%	22 人 37.93%
問題三	在自然課程紙筆評量中，老師依照課程內含設計思考性的應用題目，有時需要敘述理由，有時需要畫圖。您會害怕回答這樣的問題嗎？	7 人 12.07%	51 人 87.93%
問題四	在自然課程紙筆評量中，老師依照課程內含設計思考性的應用題目，有時需要敘述理由，有時需要畫圖。如果老師在每一次評量中都設計一兩題這樣的題目，您會喜歡這樣的挑戰嗎？	43 人 74.14%	15 人 25.86%
問題五	在自然課程紙筆評量中，老師依照課程內含設計思考性的應用題目，因為它需要文字的說明科學方法或畫圖解釋，這樣的挑戰是否可以刺激您思考，嘗試運用科學知識以解決題目中的問題？	54 人 93.10%	4 人 6.90%

依表15 問卷的統計結果，我們可確認「學生是喜歡老師常用提問引發同學的思考，並讓大家有機會發表看法，也有很多機會和老師互動討論；認為老師引導同學對某一自然現象發表生活經驗，經大家討論整合後老師或同學再形成結論的教學方式比較好；而且學生大都不害怕，有時需要敘述理由，有時需要畫圖的應用題目，也喜歡這樣的挑戰；同時認為需要文字說明科學方法或畫圖解釋的應用題目，可以刺激思考，嘗試運用科學知識以解決題目中的問題。」

## 五、研究者省思的聚煉

- (一) 推理教學的優點：1、進行推理教學的課程，學童提出的許多看法，經全班同學思考與歸納引發新的思維，得到一個合理又具條理的結果，能加深學生理解認知的印象。2、推理教學是以學生為中心的學習教學，教學者因為學生的發言多，課程進行活潑，站在引導的角色覺得上課比較輕鬆。
- 3、自由的思考模式，學生未受任何牽引，最原始的思想會自然流露，因此出現珍貴與眾不同觀點的，經由實驗驗證卻否定自己小組的看法。這種經由否定驗證方式，來凸顯其他小組假設的正確性之教學，也是研究者多年來教學的新經驗。(D/92.11.11)
- 4、執行推理教學課程的設計有一基本原則，不讓學生預習課程，也不讓學生翻開課本上課，以此避免學童思維受課本的導引而僵化。如此，較有可能在小組討論中出現與眾不同的假設。
- 5、為了解學童在推理教學上的學習效能，傳統的評量方式看不出來，因此會激發教師改變出題模式，嘗試以多元開放式情境問題來命題。(Te/92.12.09、Te/93.01.13)
- 6、從評量結果對照，推理教學對學生的思考與表達能力，會因命題的改變讓學童產生正向的發展，教師也會發現教學單元少即是多的真理。(二) 發現的問題：
- 1、研究者過去的教學習慣，教學資料的來源與歸納的原動力並不是來自學生，歸納整理的結果也是由研究者來統整分析，時間容易掌控，但推理教學消耗許多時間在師生互動、小組討論、結果發表上，會產生傳統教學一定得教完某一單元的極大教學進度壓力。
- 2、進行推理教學的課程，推理教學的界定並不容易，因此教學前的準備工作得花更多的時間在教材分析上，如果沒有事先準備，較不易出現推理現象。(D/92.10.20、D/92.12.15)
- 3、開放性情境命題是推理教學必要的評量題型，但由於多屬文字敘述題、或創作圖題，對語文能力差的學童來說是嚴苛的考驗。4、具推理的評量命題，對教師來說一定會增加批閱評量工作份量與評量標準不易拿捏的困擾，容易產生評量不公的疑慮。

## 伍、結論與建議

研究結果顯示：一、推理可融入自然與生活科技學習領域教學中，教師可經由不停的教學試練，精確掌握教材中推理教學的成份。二、推理教學可提高學生學習的效能。三、推理教學使評量命題更趨多元化。四、推理教學讓教學者與學生有更多的互動。五、推理教學可促使學生主動學習。

研究具體建議：一、教學者在推理教學之前，須分析活動單元中可進行推理教學的素材。二、推理教學的發展基礎在於師生互動式問答、小組實驗討論與發表，耗時頗多，常有趕課壓力，故宜建立少即是多的教學理念。三、推理情境設計的命題評量，多需學生文字表達推理的看法，宜

掌握少數命題的精神。

## 參考文獻

孫名符、呂世虎、傅敏、王仲春（1997）：《數學邏輯與教育》。臺北，建宏。陳素玲（2002）：國小自然課本中的數學概念與推理應用之分析研究。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文。張春興（1992）：《現代心理學》。臺北：東華書局股份有限公司。黃秀瑄、林瑞欽（1991）：《認知心理學》。臺北：師大書苑。劉曼麗（2004）：《數理教育變革中教師專業知能提昇之研究—提昇國小教師數理推理過程教學知能之研究》。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，國科會科學教育發展處。蔡清田（2000）：《教育行動研究》。臺北：五南圖書公司。Edgar Dale（1969）. *Audio-visual Methods in teaching*.

(3<sup>rd</sup> Edition) USA.

Education Report NO.4 Simon, M. (1996) .*Beyond inductive and deductive reasoning: the search for a sense of knowing, Educational Studies in Mathematics, 30*, 197-210. Zeichner, K. M., & Liston, D. P. (1987) .Teaching student teacher to reflect. *Harvard Educational Review*,57 (1) ,23-48.

## 附錄一 推理融入教學活動實例舉隅

1.歸納推理單元名稱：太陽與星星教學目標：讓學生經由生活的經驗的分享，可說出許多有關看星星的情境，從而整理

歸納出一合理完善的觀星條件。

教學過程：學生經由生活的經驗的分享，可說出許多有關看星星的情境，只要將可能想到的部分條件逐筆呈現在黑板上，就可刺激學生進行更多的思考與回顧，加上老師事實的啟示，最後鼓勵學生從黑板中的資料，整理歸納出一合理完善的觀星條件。

S1 ⇨ P S2 ⇨ P S3 ⇨ P ...
1.晚上在山上適合看星星。2.在海邊適合看星星。3.晚上在坐船（海上）的時候適合看星星。
1.沒有工廠的地方適合看星星。2.鄉下地方適合看星星。
1.颱風過後把雲吹掉的時候適合看星星。2.沒有雲的時候適合看星星。

$S \rightarrow P$
沒有阻擋物的空曠地方是適合觀看星星的條件。
沒有空氣污染是適合觀看星星的條件。
天氣晴朗無雲的晚上是適合觀看星星的條件 (p)。

2.演繹推理單元名稱：形形色色的生物 (T2) 教學目標：認識植物根、莖、葉、花、果實的功能。  
 教學過程：討論棋盤腳、昭和草、鬼針草、榕樹、酢漿草、鳳仙花、椰子樹、蒲公英、春不老、羊帶來……等植物花、果實的特性，以了解植物繁殖下一代的差異。

$A \rightarrow P \quad B \rightarrow P$

☒

$B \rightarrow A$

漂浮性種子A 會在河邊、海邊發芽成長  
 棋盤腳A 會在河邊、海邊發

☒

棋盤腳 $\rightarrow$  漂浮性種子芽成長

3.類比推理單元名稱：形形色色的生物教學目標：運用對生物外型、特性的認知與理解，類比推理在既有的條件下推出未知的可能結果。教學過程：介紹許多動物的食性，請小朋友自行提出其中的異同，發現動物因食性的不同構造所產生的差異。

A : a1、a2、a3...an-1、an

Ö

bnB : b1、b2、b3...bn-1、?

肉食動物：動物、吃肉、尖牙利爪  
 此未知的動物也是尖牙利爪

☒

未知的動物：動物、吃肉、?

## 附錄二學生情意問卷回答結果舉隅

問題一：在自然課程中，老師的提問常引發同學的思考，並讓大家有機會發表看法，也有很多機會和老師互動討論。這種上課方式您喜歡嗎?

學童喜歡的理由：89.66%

- 1 1.能使我印象較深，不容易忘掉。
- 2 2.很好啊！因為常回答問題可以增加知識。
- 3 3.因為可以多跟老師互動。
- 4 4.因為這樣可以讓一些有看法，又不敢講的人有機會。
- 5 5.因為可以讓老師知道我們的想法，有可以讓我們思考。
- 6 6.可以讓學生思考，而且讓同學解開問題，找出答案。
- 7 7.因為經大家的看法，能有一個共同的答案，再討論，就一定會有答案。
- 8 8.老師可以解釋我看法的對錯，讓我可以把解答深深的記在心理。

9.可以使我不容易忘記討論後的結果。學童不喜  
歡的理由：10.44%

- 1.因為我不喜歡發表自己的看法。

問題二：在自然課程中，老師引導同學對某一自然現象發表生活經驗，經大家討論整合後老師或  
同學再形成結論的教學方式，會不會比都不討論由老師直接講述作結論好呢？  
認為會比老師直接講述作結論好的看法：62.07%

- 1 1.這樣讓學生思考，可自己找出答案。
- 2 2.這樣可以跟同學分享生活經驗。
- 3 3.因為學生自己發表自己的看法，其他同學說不定他們也聽的懂。
- 4 4.因為這樣讓我們自己討論會有更多的問題或答案。
- 5 5.先讓我們表達我們的原始想法，讓我們有想像的空間。
- 6 6.因為如果直接由老師做結論的話，又不能加深印象，還是經大家討論做結論好。
- 7 7.老師直接說明就太無聊了，趣味一點比較好。
- 8 8.因可先聽聽同學們的看法的和意見，再由老師說出真正的答案，這樣小朋友會很

有成就感。不會比老師直接講述作結論

好：37.93%

- 1 1.因為我自己有能力。
- 2 2.因為老師直接講述做結論，會讓我們比較清楚。
- 3 3.因為老師講的比較正確。

問題三：在自然課程紙筆評量中，老師依照課程內含設計思考性的應用題目，有時需要敘述理由，  
有時需要畫圖。您會害怕回答這樣的問題嗎？

會害怕的理由：12.07%

- 1 1.因為我畫畫不好。
- 2 2.因為有些問題很難。

3.因為這樣要花更多的思考時間。不會害怕  
的理由：87.93%

- 1 1.因為畫圖很好玩、又有趣，對不愛寫字的我畫圖表示最好。
- 2 2.因為不管我會不會，我還是會想試一試。
- 3 3.因為可以讓人更瞭解寫的答案。
- 4 4.讓我們可以表達自己的想法，有對我們自己更有信心。
- 5 5.因為可以清楚表達自己的意願。
- 6 6.因為克服困難，會使自己吸收更多的知識。

問題四：在自然課程紙筆評量中，老師依照課程內含設計思考性的應用題目，有時需要敘述理由，  
有時需要畫圖。如果老師在每一次評量中都設計一兩題這樣的題目，您會喜歡這樣的挑



戰嗎？

喜歡的理由：74.14%

- 1 1.好玩，幫助思考。
- 2 2.因為可以發揮我的思考能力和畫圖能力。
- 3 3.因為每一次的題目都不同，所以覺得很有趣。
- 4 4.可以讓自己思考，想像去解出答案，讓自己更瞭解。
- 5 5.或許我們應該要常思考，頭腦才會靈活啊！
- 6 6.這類型的我答對的話，會很有成就感。

7.因為多多思考，腦袋會越長越大。不喜歡的理由：25.86%

- 1 1.因為題目太少。
- 2 2.我不喜歡畫圖。
- 3.很麻煩。

# An Action Research on Integrating Reasoning into the Instruction of Science and Technology Curriculum

Lin Fu-Sheng<sup>1</sup> Man-Li Liu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pingtung County Tung-Shin Elementary school

<sup>2</sup> Graduate Institute of Mathematics and Science Education,  
National Pingtung University of Education

## Abstract

This study aimed to integrate the instruction of reasoning strategy into the science and technology curriculum. The subjects of this study consist of 61 fifth graders from two classes in elementary school. Instructional material was analyzed to determine the section appropriate for reasoning instruction. Criteria for the analysis included inductive reasoning, deductive reasoning, analogical reasoning, and Simon's *Practical Reasoning*. The concept and practice of reasoning were integrated into the instruction. Evidence of students' reasoning was detected by monitoring the teaching as well as the learning process. Situational questions were designed to assess students' reasoning performance.

The findings of this study are:

1. Reasoning instruction can be successfully integrated into the science and technology curriculum.
2. Reasoning instruction helps promote students' learning efficiency.
3. Reasoning instruction diversifies the designs of questions on assessment tests.
4. Reasoning instruction enhances the interaction between the instructor and the students.
5. Reasoning instruction encourages students' active learning.

Based on the findings stated above, this study suggests:

1. Prior to reasoning instruction, instructional material should be analyzed to determine the sections adequate for reasoning instruction.
2. Reasoning instruction is based on interactive Q&A session, group discussion and presentation, which can be time-consuming. Instructor should not try to cover more material than the time actually allows.

3. Assessment on reasoning ability requires students' writing down words, which slows students' speed in answering questions. This should be taken into consideration when determining the number of questions on the assessment.

Key words: Inductive Reasoning, Deductive Reasoning, Analogical Reasoning,  
Action Research