科學教育學刊
1994, 第二卷第一期, 1-37

EJ51-1994-1

問題解決教學模式及其在環境教育上的應用

柯華葳

中正大學心理系

(投稿日期：82年12月13日，接受日期：83年3月4日)

摘要：本研究旨在驗證柯華葳(民82)發展的較詳細解題模式在教學上的有效性。這個模式的特色是將解題每一步驟，詳細的進行方法都列出來供學生學習。三班五年級的學生分別接受實驗、閱讀、與討論的教學。實驗組的學生每堂課先閱讀一篇有關環境與環境保護的文章而後接受問題解決方法教學。閱讀組只閱讀與實驗組一樣的文章。討論組則就同一篇文章作討論。每組每週同一時段進行一節課的教學。經過26個星期的教學後，三組學生在環境知識與環境態度上有相似的成長。但實驗組在系統分析問題及評鑑所提解法上有優於其他兩組的表現。除了學到解題技巧外，實驗組的學生在解題過程中表現出自我監控與反省的思考歷程。文中詳細討論造成三組學生不同學習結果的可能原因。基本上研究者以爲將問題解決當一有結構的思考歷程可以幫助國小高年級學生有系統地組織及使用知識來解決環境問題。

關鍵詞：問題解決、環境教育

壹、背　景

一、問題解決

每天生活中有許多問題要解決。解決不同的問題各有其技巧及所需的知識體系，而不論技巧或知識都必須學習。例如 Rubinstein 1969年開始在美加州大學洛山磯分校(UCLA)教解題型式，後來出了書(1975)。Hayes (1989)也曾在卡內基—美隆大學(Carnegie-Mellon)開解決問題的課程，且將累積多年的教學資料出了The complete problem solver一書，教導學生解決不同類型題目的技巧。教解題的課程或方案，可說不計其數，Rubinstein和Hayes只是一例。在衆多方案中，多數教的是解題的大步驟，如確定問題、評鑑解法等等。但方案中列出來的解題方法是很籠統的。例如Rubinstein (1975)曾建議解題時可使用符號，如數字或圖形來幫助思考；可改變表徵；要勇於質疑等。至於如何使用符號，改變表徵或勇於質疑，則未清楚說明。又例如Hayes (1989)的書中對如何在從事創意工作中找到有創意的

問題是有下兩個建議，(1)想反例、(2)想不同的解釋。他也用例子來說明這兩個活動是什麼。但困難仍在要一個人想反例，他是否就能想出反例呢？就是最有名的 Polya 的解題方法也沒有一步一步的說明如何解題 (Newell, 1983)。簡而言之，過去提出問題解決的方法可能太籠統。而這些籠統的解題教學效果，近來爲心理學家所懷疑 (Singley & Anderson, 1989)。一個原因是過去的實驗設計太鬆散，如 Reif (1980) 批評 Rubinstein (1980) 沒有控制組，僅根據口頭報告就宣稱問題解決的教學有效果。

另一個主要原因是由目前心理學者所歸納出來的成功策略教學特色，如目標具體 (Nickerson, Perkins, & Smith, 1985) 或策略直接與清楚 (Paris, 1988) 來看上述解題教學方案，每一個解題步驟是有深入分析使其更具體的必要。尤其當學習者爲小學生時，如何將解題步驟清楚的說出來，是問題解決教學方案要有成效的必須條件。

一般解題可分爲四個步驟：(1)形成問題；(2)規劃解題方法；(3)執行解法；(4)評鑑解法。爲確定每個步驟的詳細過程，柯華葳 (民 82) 曾透過比較環境問題專家與新手解環境題的歷程，發現專家不同於新手的主要特色在：

1. 專家解釋問題，一再追究形成此問題的“因”以致於引出更多問題，且問題間有脈絡可尋。新手雖也解釋問題但僅限於字面上的解釋，問題間沒有連繫。
2. 在提出解法上，基於專家的問題間有連繫，因此不一定是一問一解，基本上專家是針對問題的主要原因在尋求解法，而新手幾乎都是一問一解。
3. 專家評鑑自己所提出的解法，新手幾乎不作評鑑解法的工作，而專家評鑑解法時最常問此解法是否有人用過，用過是否有效，此解法有些什麼限制？

有了上述結果，研究者擬出一較詳細的解題模式 (柯華葳，民 82)，此模式參考專家解題的口語報告，將形成問題和評鑑解法時應有的考慮列出來。形成問題時專家會思考：(1)這個問題中有那些條件？(2)這些條件間有什麼關係？(3)這個問題到底在問什麼？評鑑解法時專家則思考：(1)過去有沒有用過這個方法，有效嗎？(2)這個方法有什麼人、物、時、空上的限制？而後本研究將此較詳細解題過程發展爲可教的模式 (詳細教學過程請見貳、研究設計，二、進行方法)。

爲了了解本研究所擬的問題解決模式是否有其實際效果，乃進行以教學爲主的研究。我們假設若學生經過教學能增強解題能力，這表示這模式有效。

二、教　學

㈠一些考慮

在設計教學時，我們有下面幾點的考慮：

1. 成功策略教學的特徵

Paris (1988) 和 Nickerson ， Perkins 及 Smith (1985) 在回顧過去各種思考訓練方案的有效性時，提到選擇思考訓練的教材或教案，要顧到：

(1)策略教學要直接、公開並且說明清楚。

(2)目標要清楚，其中短期目標要具體並能支援較廣泛的長期目標。

(3)方案不能太短期，十次教學似乎不夠造成影響力。

這些建議都是我們在確定教學模式時的重要參考。

2. 教學模式

根據成功策略教學的特徵，本研究參考 Palincsar 和 Brown (1984) 的互動教學模式 (reciprocal teaching program) 來教導兒童學習問題解決策略。

Palincsar 和 Brown 的實驗在閱讀理解教學上，成果非常好。他們甚至將實驗引介到一般教室，受過短期訓練的班級老師，同樣的能使原本閱讀理解能力差的學生，達到一般程度。其成功原因，不外此模式目標清楚，而且在教師直接示範下，學生很快體會到所學的意義及其功用。本研究以此教學方式配合問題解決的過程進行實驗。

3. 環境教育內容

本研究綜理多種環境教育報告 (如國科會科教處， 1989 ；楊冠政，民 78) ，提出的環境教育內容如下：

(1)基本知識

①認識環境：自然環境 (生物的及非生物的環境因子) ，社會文化環境 (如：家庭、教育、經濟、政治、藝術、休閒等) ，質能的概念，人與環境的關係，演化的觀念等。

②認識地球：地球系統的特性、功能及各系統的相互作用。

③認識資源：包括自然資源、景觀資源、人力資源等。

④生態學概念：個體、族群、生產者、消費者、分解者、食物網等。

(2)人類改變自然

改變的現象，人類的責任等。

(3)環境的問題及解決

問題有能源、空氣、水、土、礦、動植物及其他污染 (如：噪音、有毒物、廢物、輻射等) 及城市問題、人口問題等。

(4)環境問題的探究與評估

從生態倫理、美學、經濟、文化等角度進行分析與評估，並包括環境決策、規劃等概念。

(5)行動能力

說服、保護消費者行動、政治行動、法律行動及生態管理等。

貳、研究設計

一、實驗設計

在本研究中接受實驗教學的學生實際上學習兩種知識，一是環境知識，一是解題過程知識，爲確定是那一種知識促成他們學到解題能力，實驗設計如下：

第一組：實驗組，學習環境知識 (K) 及解題過程知識 (P)。在解題過程中，多數時候老師會以討論方式進行。環境知識與解題過程知識的分別請見附錄。

第二組：閱讀組，每節課閱讀環境知識 (K)，與第一組的 K 相同，但不含解題過程知識 (P)。實驗結果若第一、二組的表現沒有差異，表示解題過程中，解題知識並不佔有重要的份量而是如 Greeno (1980) 所說，此領域的知識較爲重要。

爲了解學童是否透過討論就會有學習上的成長，並不一定要接受實驗教學，乃設計第三組。

第三組：討論組 (D) 討論前學生讀環境知識 (K)，討論型式不拘。若第三組與第一組表現沒有差異，則表示解題過程知識 (P) 不特別促進學習效果。

實驗設計以“一班”爲單位，每組活動由一班來執行。因此三組需要三班，班級同學間的學業成績曾予以調查，爲樣本安排上的參考。其中第一組與第三組的活動有時是以小組方式進行。小組成員的搭配考慮了其性別與學業成績的平衡性。三班每週同一時段進行 40 分鐘教學，其中閱讀組因每次只閱讀一篇文章不需要 40 分鐘，乃由研究者針對閱讀內容設計不同的練習，使學生熟悉所讀的文章。

整個實驗設計如下：

	實驗組 (K+P)	討論組 (K+D)	閱讀組 (K)
教師	接受訓練	只告知作法	只告知作法
學生	全班一起學，有時分組練習	全班一起討論，有時分組進行	全班一起

二、進行方法

1. 實驗組：

⑴教師方面：教師先接受一環境問題的口頭前測，而後由研究者帶教師使其熟悉解題過程及教解題的過程。老師先經歷教學的實況，體會它的本質，這是本研究與過去教學實驗工作不一樣的地方。過去多數教學實驗工作只告訴老師如何去教學生，本研究則是先讓老師像學生一般經歷自己透過教學所獲得的成長，而後再去教學生。訓練的時間是到老師能自己依上述教學步驟帶教學爲止。

⑵實驗組教學步驟

爲了教學目標能具體與清楚，使學生學到本研究提出的問題解決模式，我們擬出下列教學步驟：

①先讓學生了解解題的三個基本步驟 (因本研究不在“行動”，故只保留三個步驟)

(A) 確定問題 (解釋問題)

(B) 列出解法

(C) 評鑑解法

②教師示範如何使用上述步驟：

(A) 解釋問題：自己問自己：

這個問題的範圍和主要內容是什麼？

它們之間的關係是什麼？

這個問題到底在問什麼？

教師可以在黑板寫出上述問題的回答。

(B) 列出解法

(C) 評鑑解法 (一項一項評)：自己問自己：

過去有沒有用過這個方法，有效嗎？

這個方法有什麼人、事、時間、地點上的限制？

③教師、學生一起做，教師負責提問題。

④等學生熟悉此過程後，老師逐漸把學習活動的責任轉給學生。

⑤由學生進行解題，並互爲老師的角色，做提醒的工作。

在確定問題與評鑑解法時，都會因學生對問題知識的多寡而影響他們的產品。原則上，每個提出的問題及評鑑都進行上述問題的討論。若學生知識

多，提出的看法多，則先以紙筆記下來，而後依序一一討論。

2.閱讀組和討論組則由研究者告知老師要做些什麼，沒有特別訓練。研究者也到這兩班觀察使他們所受到的注意力儘量與實驗組相同，以避免霍桑效應。

三、教　材

根據上述環境教育內容，研究者設計了 16 篇讀物，分上、下學期進行，包括前、後測在內，共進行了 26 週。閱讀的內容除了環境教育內容外還配合本島上的實例使所介紹的知識有實例佐証。這 16 篇文章皆由一位得獎多次的兒童文學家寫成的。成品曾經環工系教授與國小老師評鑑以確定其內容無誤且兒童適讀。先驗研究時也使用這些文章，學生沒有理解上的困難 (柯華葳，民 82)。

四、評量工具

本教學實驗目的主要在看透過問題解決教學，學生是否學到問題解決過程，但如實驗設計所說，本研究實驗上教兩種知識，一是解題過程知識，一是環境知識。此外，研究者也想知道透過教學，學生對環境的態度是否會改變。因此在評量上，共有三樣工具，分別敘述如下：

㈠問題解決能力評量

由研究者設計一情境，學生於其中找出環境問題，列出解法及評鑑解法。此一評量可以紙筆進行也可以一對一訪談方式進行，評分方式請見研究結果部分。

㈡環境知識問卷

此問卷乃配合研究者設計的環境教育內容出題。基本上在測學生讀過 16 篇環教文章後在環境知識上是否有進步。題目共有 25 題，此測驗曾試作多次，目的在確定其題意清楚。測驗的內在信度 (Cronbach's alpha) 爲 .38 (N = 121)，再測信度爲 .52 (P < .001，N = 121)。

㈢環境態度問卷

本問卷，基本上參考 Kahn 和 Jackson (1989) 的問卷編製而成。原問卷共有 22 題，分爲四大類：(1)科技發展的負面影響，(2)人與自然的關係，(3)生活品質，(4)生態環境的限制。問卷在試作多次後曾修改文字並刪減成 20 題，但仍維持原來四類。態度問卷的內在信度 (Cronbach's alpha) (N = 121) 爲 .69。再測信度爲 .62 (N = 121，P < .001)。態度問卷與知識問卷的相關爲 .52 (P < .001)，表示兩者有某些部分的重疊。

上述三份評量工具在先驗研究中皆曾使用過，結果指出他們是能測出實驗前後的差異 (柯華葳，民 82)。

五、樣　本

參與研究的學生爲同一所學校三班五年級的學生。研究者先向校方說明研究目的、方法、與所需學生人數。再由教務主任向全體五年級導師說明，由級任導師決定是否參與研究。決定參加的班級由研究者分派爲討論、實驗、閱讀三組再由研究者分別說明研究目的與進行方法。實驗組和討論組由研究者提供教師。閱讀組由班級導師負責。教學進行時，三班皆有觀察員在教室中觀察記錄。爲避免教學時間不同影響教學效果，校方特許將三班閱讀課時間調爲同一時段，一起在閱讀課時進行實驗教學。整個實驗教學由五年級下學期開始到六年級上學期結束止。

參、學習結果評鑑

一、環境知識與態度的評量

在環境態度問卷上，三組前、後測，組間皆無統計上顯著差異存在，但組內前後測皆有統計上的顯著進步(表一)。

表一、三組學生在態度問卷前後測的表現

態度 班級	前測 M	 SD	後測 M	 SD	t 值
實　驗	44.67	4.44	46.64	4.83	-3.24**
討　論	42.17	5.98	46.24	4.30	-4.99***
閱　讀	44.05	5.39	45.34	5.99	-2.00*

*P<.05　　**P<.01　　***P<.001

在環境知識問卷上，前後測三組間沒有統計上顯著差異存在，但三組個別在前後測有統計上差異存在(表二)。

表二、三組學生在知識問卷前後測的表現

態度 / 班級	前測 M	前測 SD	後測 M	後測 SD	t 值
實驗	34.26	10.54	39.59	9.48	-3.68***
討論	29.95	9.68	38.54	10.91	-5.42***
閱讀	35.32	9.16	39.02	11.57	-2.20*

*P<.05 ***P<.001

二、問題解決能力評量——紙筆評量

這是一個紙筆測驗，我們以一個環境情境，請學生由其中找出問題，列出解法及評鑑解法，現就其評分方法說明如下：

㈠找出問題

學生透過一篇文章找出其中可能有的問題，在看過學生的答案後，研究者將學生所列出的問題歸爲三類：

⑴以問句型式呈現：如「怎樣在科技發展的同時也能保護大自然？」「或如何改善地球的品質？」

⑵直述句（非問句型式）如：「人類過份對大自然索取，破壞了生活環境。」

⑶摘要（抄自原文）例：地球是人類賴以生存的唯一環境，除了地球，別無其他可以生存的場所。

⑷不完整或語意不明者：例：自生自滅。

例：人類和人類生存環境。

⑸結果：

表三、三組在找出問題類型上的百分比與卡方檢定

問答 / 班級	問句	直述	摘要	不完整
實驗	66.7	10.3	20.5	2.6
討論	13.2	28.9	50.0	7.9
閱讀	2.5	12.5	80.0	5.0

$X^2 = 53.48$ df = 6 P<.001

由上表，我們很明顯的看到，實驗組學生比其他兩組學生能具體提出問題。其他兩組學生較多以摘要方式敘述問題，特別是閱讀組，有 80% 學生做摘要。由於三組問題類型在卡方檢定上達 P<.001 的顯著水準，我們進行事後比較 (林清山，民 70) 。

表四、表三事後比較

類型	組別	估計值	標準平方誤	下限	上限	裁決
問句	實-討	.659	.063	.360	.968	sig
	實-閱	.793	.063	.494	1.092	sig
直述	實-討	-.365	.071	.029	.701	sig
	實-閱	-.058	.083	-.335	.973	ns
摘要	實-討	-.200	.052	.006	.394	sig
	實-閱	-.400	.041	.154	.646	sig
不完整	實-討	-.313	.009	-.137	.763	ns
	實-閱	-.125	.009	-.325	.575	ns

由表四可以明顯看到實驗組比其他兩組多以問句型式呈現問題。其他兩組則比實驗組多以摘要方式說出所讀文章的大意而不是說出文章中可能有的環境問題。

㈡解法數：研究者主要看學童共提出多少個解法。

表五、三組學童提出解法數百分比與卡方檢定

解法數 / 班級	0	1	2	3	4	5
實　驗	2.6	15.4	41.0	25.6	12.8	2.6
討　論	2.6	53.8	38.5	5.1	0	0
閱　讀	2.5	20.0	35.0	35.0	5.0	2.5

$X^2 = 26.64$　　df = 10　　P<.003

在提出解法數上，我們看到仍是實驗組學生表現較其他兩組優異。實驗組有80%以上學生提出兩個以上解法，最多提出5個解法，討論組則是大多數人提兩個以下的解法。閱讀組學生則集中在提1至3個解法。事後比較結果指出有顯著差異的是在討論組比實驗組多人只提一個解法 ($.127 < \phi < .751$)，而實驗組比討論組多人提三個解法 ($.048 < \phi < .708$)。實驗組與閱讀組在提出解法數上沒有顯著差異存在。就其因可能在平時上課時，根據觀察，閱讀組老師會要求學生“再想一想”、“多寫一點”。因此學生寫出的解法數量與實驗組不相上下。

㈢解題時使用的知識是否專業。在此我們想了解學童是否由本研究所提供的閱讀材料獲取專業知識而在其解題時使用出來。我們依學生所用的辭彙分：

*1.*環境/環保專業詞彙，如臭氧層、無鉛汽油。

*2.*一般性的環保詞彙，如用不污染的汽油。

*3.*非環保專業詞彙，如要重視環保。

表六、三組使用專業性詞彙百分比與卡方檢定

內涵 / 班級	專　業	一　般	非專業
實　驗	69.2	28.2	2.6
討　論	52.6	44.7	2.6
閱　讀	70.0	27.5	2.5

$X^2 = 3.36$　　$df = 4$　　$P < .05$

由於三組所讀的知識是相同的，因此如原先所預料的，在知識應用上三組沒有差別。此與知識問卷所獲得的結果是一致的。

㈣評鑑解法：研究者在此要看學生是否評鑑自己所提出的解法。依學生的答案，我們歸類如下：

⑴沒有評鑑，或是將改善環境的方法當做理由。

例一、因爲(使用)無鉛汽油不會排出廢氣。

例二、因爲如果經過處理排入水中就不會污染河川。

這兩個例子都沒有說所列舉的方法是否可行是否有效，只說出此法可防止環境污染，因此我們將之當作未評鑑。

⑵只說可行或不可行，但沒有說明理由。

⑶肯定其所提方法的有效性或無效性，其中亦可分：

3-1：具體的說出可行／不可行的原因，如：因宣導可使大部分人守法；又如：處罰可使那些不守法的人守法。

3-2：籠統的說可行／不可行的原因，例：因爲這是大家可以做到的。

⑷不肯定其所提方法是否可行，也就是說受試者認爲其方法可能可行亦可能不可行，因有一些要考慮的條件。其中又可分：

4-1：具體的說出可行／不可行之原因，如：(可行)但有些車子不喜歡裝消音器。裝消音器是很具體的條件。

4-2：籠統的說可行／不可行之原因，如：(可能可行)但碰上沒有公德心的人就沒有用。有沒有公德心是一籠統的條件。

爲了進行統計上的考驗，研究者將上述四個類別當成一個層次，由1至4。每一學生的答案中只要有一個4出現的就當作4，若沒有4，但有一個3出現則作3，以此類推。

研究者再將3-1和3-2合爲3，4-1和4-2合爲4，依各班在四個層次上人數分配情形，看三班前後測差異。由表七、八我們看到前測三班之間人數分配上沒有差異，後測則有統計上顯著差異存在。

表七、三組評鑑解法表現(前測)

層次 / 班級		1	2	3	4
實驗	N	15	3	3	2
	%	65.2	13.0	13.0	8.7
討論	N	31	2	2	2
	%	83.8	5.4	5.4	5.4
閱讀	N	24	1	10	3
	%	63.2	2.6	26.3	7.9

$X^2 = 9.58$　　$df = 6$　　$P > .05$

而由表七結果我們看到前測時，所有受試偏向不評鑑自己所提的解決方法。

表八、三組評鑑解法表現 (後測)

班級 \ 層次		1	2	3	4
實驗	N	6	1	12	6
	%	24.0	4.0	48.0	24.0
討論	N	26	1	5	5
	%	70.3	2.7	13.5	13.5
閱讀	N	16	1	17	4
	%	42.1	2.6	44.7	1.05

$X^2 = 16.42$ $df = 6$ $P < .05$

由評鑑後測 (表八) 看來，實驗組比其他兩組多做評鑑解法的工作，包括肯定或不肯定解法的有效性。討論組仍有 70.3% 留在沒有評鑑的類別中。由事後比較，我們看到討論組顯著比實驗組多學生沒有評鑑解法 ($.226 < \phi < .452$)。而評鑑時不能肯定所提解法是否可行，實驗組與討論組的人數分別多於閱讀組的人數，(實：閱，$.320 < \phi < .872$ ；討：閱，$.051 < \phi < .595$)，前兩組之間則沒有統計上的顯著差異。評鑑時肯定其所提方法有效或無效，實驗組與閱讀組的人數分別顯著多於討論組，(實：討，$.125 < \phi < .515$ ；閱：討，$.088 < \phi < .492$)，而前兩組間沒有顯著差異存在。

在新手與專家比較的研究中我們看到新手傾向直接回答問題，而專家會考慮多種可能的相關因素，傾向不直接回答問題 (Voss, 1986 ；柯華葳，民 82)。因此我們將上述解法歸類假設爲等級。類別 1 與類別 2 清楚的可以列爲等級 1 與 2 ，類別 3 屬具體回答問題則歸等級 3 。類別 4 因考慮到限制與條件，屬最高等級 4 。

當我們將 1 至 4 的類別當作等級分數，計算各班前後測平均數與標準差。由表九我們看到雖三組後測皆比前測得分多些，但只有實驗組的平均等級分數達到 3 ，表示實驗組學生比其他兩組學生多做評鑑解法且給評鑑的理由。

表九、三組評鑑解法前、後測等級分數

分數 / 班級	前測		後測		N
	M	SD	M	SD	
實驗	1.69	1.11	3.00	1.21	23
討論	1.32	0.82	1.70	1.15	37
閱讀	1.97	1.35	2.58	1.43	38

爲了考驗前測與後測間的差異，而且我們的資料是重複樣本，乃採弗里曼(Friedman)二因子等級變異數分析(林清山，民66， P.547)。就全體而言，前測的mean rank是1.77，後測是2.17($X^2=8.61$， $df=2$， $P<.05$)表示全體的後測皆優於前測。

就班級而言，只有實驗組的前後測有顯著差異，其餘兩班前後測均沒有顯著差異(見表十)。

表十、三組評鑑解法前、後測表現

班級 / MEAN RANk	前測	後測	X^2
實驗	1.22	1.78	7.35**
討論	1.43	1.57	.68
閱讀	1.38	1.63	2.13

**P<.01

這表示經過問題解決教學，實驗組學生是學到了要評鑑解法而且要給評鑑的理由。

三、問題解決評量——面談

㈠評量方式

上述成績都是由紙筆測驗所取得。研究者考慮學生以紙筆回答時會因費時費力而省卻許多想法，乃由三班中依國語、數學成績，分爲上、中、下三組人，學業成績中與下組各抽取3人，上者取2人，每班共8人，學生人數男女相當，進行開放問題的口語回答。研究者與助理以一對一，全程錄音方式進行測驗。此開放問題是敘述一情境，其中藏有環境問題，由受試找出問題與提出解法。得到的資料經謄寫後，評分如下：

⑴問題數：學童由情境中找到的環境問題數量。

⑵問題理由：爲什麼這問題會是問題，理由分爲3分，完全且合理的；2分，合理，但不完全的；1分，有理由，但不合理；0分，沒給理由。

⑶解法數：學童提出的解法數量。

⑷解法中使用知識的專業性：專業爲3；一般性爲2；籠統爲1。

⑸問題與解法的比例：學童是否就每個問題提出一個以上的解法。

⑹評鑑解法數：學生提出評鑑解法的數量。

⑺評鑑理由：3分，完全且合理；2分，合理，但不完全；1分，有理由，但不合理；0分，沒給理由。

⑻評鑑解法中使用知識的專業性：專業爲3；一般的知識爲2；籠統爲1。

⑼評鑑與解法的比例，是否一解法有一個以上的評鑑。

㈡結果：

⑴問題數：三組學生分別提出的問題平均數爲3.38(實驗組)、2.88(討論組)與3(閱讀組)的問題數，三組間沒有統計上顯著差異存在。

⑵問題理由：三組間亦無統計上差異存在。

⑶解法數：三組學生分別提出的解法平均數爲5.63(實驗組)；3(討論組)；3.38(閱讀組)，實驗組顯然多於其他兩組，但未達統計上顯著差異水準。

⑷三組在解法中使用的專業知識上也沒有差異。

⑸問題與解法數之比例，此部分主要是看學生對每個問題能提出多少解法，實驗組平均爲1.58，表示實驗組學生對每個問題所提的解法比是1:1.58，討論組爲1.01，閱讀組爲1.17，三組間有統計上顯著差異存在($F = 3.79$，$P < .05$)，其中實驗組提解法的比例顯著多於討論組。

⑹評鑑解法數上，實驗組高於討論組也高於閱讀組($F = 6.12$，$P < .01$)。三

組的平均評鑑數是實驗組 2.50 ，討論組 0.00 ，閱讀組 0.38 。沒有一位討論組的學生對自己所提的解法進行評鑑。

⑺在評鑑解法的理由上，實驗組高於討論組 ($F = 4.63$ ， $P < .05$) ，由於討論組沒有評鑑，因此在評鑑解法的理由上自然也就沒有分數。實驗組的平均分數是 1.24 ，閱讀組是 0.31 ，雖兩組未達統計上顯著差異，但由兩者平均數來看，是有差別。

⑻在評鑑解法中使用的專業詞彙上，實驗組與閱讀組沒有差別。

⑼在解法與評鑑解法比例上，三組沒有統計上差異，如上所述討論組沒有人提評鑑。而在實驗組與閱讀組裡，每位受試解法與評鑑的比例皆小於 1 ，表示提評鑑的學生也無法一個一個解法評鑑，更惶論一個解法有一個以上的評鑑。

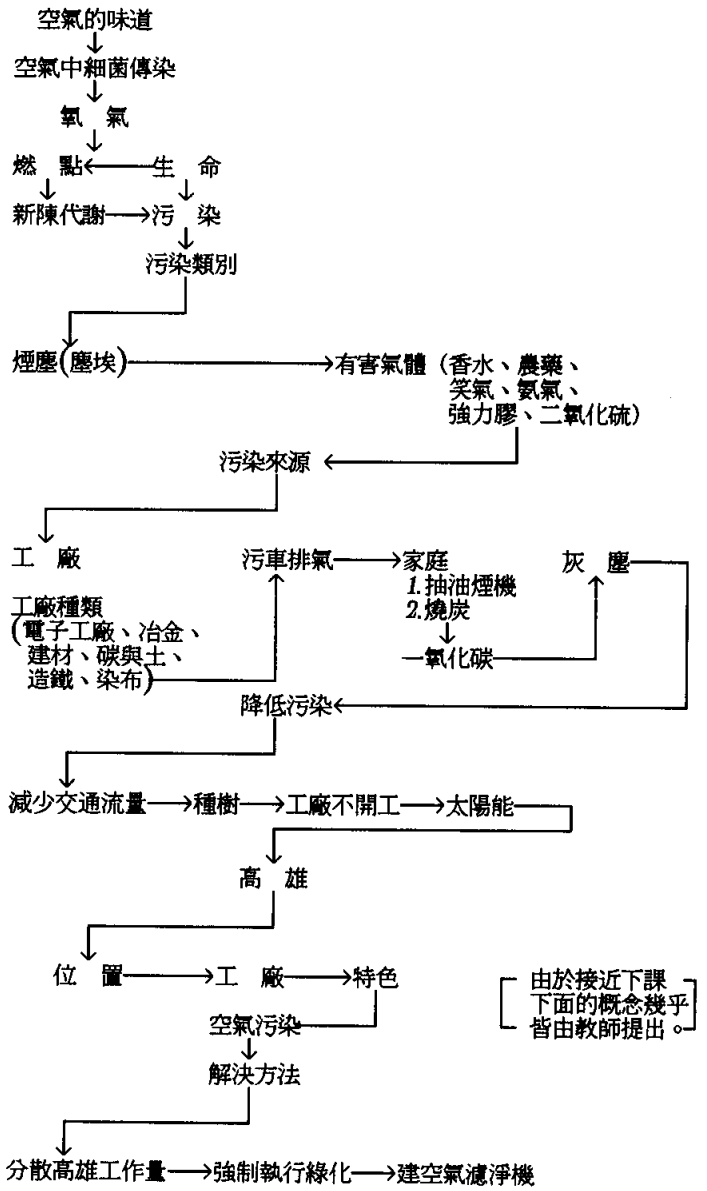
由口語問題解決的資料我們看到雖在提問題數、提解法數，使用專業知識上，三組學生表現沒有差異，但在問題與解法比例上，評鑑解法數及評鑑理由上，實驗組都比其他兩組表現好，特別是比討論組好，這與紙筆測驗的結果是互相呼應的。在知識的使用上，三班都閱讀一樣的材料，因此沒有差異存在。但在解題過程中，雖三組都具有同樣的知識，如何應用這些知識，以提出評鑑過的最合適的解決方法，只有經過問題解決模式教學的實驗組學生才做的到。

肆、課堂實例

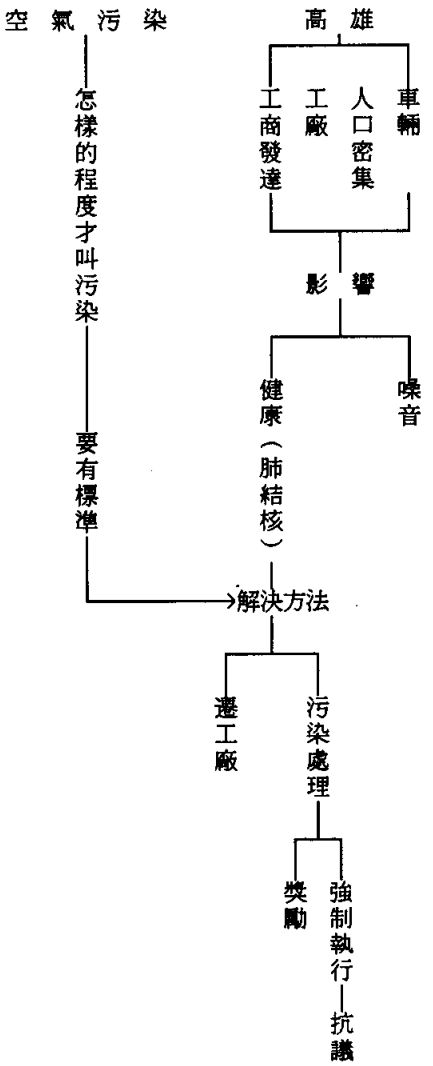
分析本實驗教學會成功的原因乃在我們的教學引導小學生將注意力集中，而不徘徊在複雜的環境問題與資訊上。每次上課我們讓學生先讀一篇關於環境保育的文章，而後要學生由其中找出兩個概念，並列出與這兩個概念有關的條件，因此學生的思考就被引導到先周詳考慮這兩個概念，而後再找出這兩者間的關係，並列出主要要解決的問題。也是在此理念下，我們要求學生在評鑑解法時，針對一個個解法想出可能影響其效果的正、負面因素。換句話說，實驗組學生是在有結構的引導下思考。與討論組的活動比對，由於研究者沒有特別指明要如何討論，這一班乃就同樣的閱讀材料展開討論。以「左右爲難的都市」爲例。這一篇文章主要在談空氣污染並引用高雄目前狀況來說明空氣污染的害處。討論組在這一節課探討到的論點如圖一。

由圖一，我們觀察到其實討論組在討論過程中有問題解決的樣式。如其中有提出問題：降低污染，也提出解法。但由上面的各種評鑑結果我們知道討論組學生除

了在知識與態度評量卷上與實驗組學生有相似的表現外，在其他各項評量上，包括提出問題與解法的表現都比實驗組學生差。換句話說，雖然討論過程中有些問題解決的樣式，但他的學生沒有學到如何去解決問題。



圖一 討論組在「左右爲難的都市」中探討到的論點



圖二　實驗組在「左右爲難的都市」中探討到的論點

比較之下，實驗組提出的論點少於討論組，但在論點處理上較集中且論點間有連繫，如整合空氣污染與高雄兩議題以尋找解決高雄空氣污染的方法（圖二）。討論組的論點是直線式的發展，導致討論空氣污染與高雄空氣污染間有許多的重覆，但又各自獨立（圖一）。換句話說，因著本研究介紹較詳細的問題解決模式幫助學生有系統的組織環境知識，而不會在複雜的環境問題中，徒有知識卻不知如何處理。

值得一提的是閱讀組的成績雖與實驗組成績在多項上都有統計上顯著差異存在

，如提具體的問題，閱讀組傾向作文章的摘要。又如評鑑解法，閱讀組傾向肯定解法的可行與否，不像實驗組較多人提有條件的解法。但不可否認的，閱讀組的表現比討論組好。

原先的研究設計就假設透過閱讀，知識累積後，學生可能可以較具體的解決問題。在本研究中，由於閱讀班所做的就是閱讀，我們沒有資料可供分析爲什麼閱讀組學生解題上比討論組好，因此無法多敘述。但由目前的問題解決理論，我們知道專家解結構不嚴謹問題時會將問題化爲較有結構的小問題 (Glass & Holyoak, 1986)，且評鑑時會多想可能的限制 (柯華葳，民 82)。這兩個專家解題的特色是閱讀組透過閱讀資料沒有學到而實驗組透過問題解決教學學到的。

下面將就實驗組課堂實例來說明實驗教學活動進行情形。

㈠全班一起進行

每一節課一開始，我們都讓學生讀文章，讀完後，老師和學生進行下面的活動。

1. 學生由文章中提出兩個詞彙或說出兩個概念。學生提出的兩個概念可以代表他以爲全文中最主要的兩個意念，這可算是一個重點摘取的過程。學生可能挑出文章中最常出現的兩個詞彙，如在左右爲難的都市一文中，學生提出文中常出現的「高雄」與「空氣污染」兩個詞彙。而文中最常出現的詞彙也是作者最想表達的意念。因此當學生提出兩個詞彙來時，教師可藉此了解學生對全文的理解是否與大多數人相同。若學生有不同的看法，不必糾正。例如在「我國邁向現代化」一文中有學生提出現代化與環境污染，現代化與休閒；及現代化與傳統道德之對比。在此，提出主要概念只是協助學生集中注意力在兩個詞彙的範圍內，以方便接下來確定問題的進行。

2. 確定問題

在這個過程中包括了(1)解釋兩個提出的概念，(2)找尋兩個概念的範疇，(3)分析兩個概念間可能的關係，(4)以一句話說出這個問題。在此過程中，老師會鼓勵學生像課堂上老師問他們問題一樣，提出問題問其他同學；同學間互問互答。下面是「左右爲難都市」的上課實況中一些代表的例子。學生在這一堂課提出要討論的兩個概念是“高雄”與“空氣污染”。

(1)找尋概念的範疇

例：

7 ：只有工廠才污染空氣嗎？

T5 ：你的意思是說，你要確定這裏是不是只有工廠才會造成空氣污染？是不是有其它的原因也會造成污染呢？

8 ：因爲很多摩托車排出來的煙都會空氣，空氣污染，會影響我們的健康。

T6 ：好，你又抓到一個，一個是工廠，另外一個是車輛，交通的車輛。

例：

24 ：那個廢氣是指那裏的廢氣？

T18 ：他要確定的是什麼？

全：範圍！

T19 ：那裏廢氣？指的是那裏的？

25 ：啊，是高雄的。

T20 ：是什麼高雄的。有什麼辦法可以使高雄排放的廢氣能夠符合空氣品質管制的標準？你覺得這樣範圍夠了嗎？

26 ：我要加上一個高雄工業區。

T21 ：高雄工業區，…。

⑵分析兩概念間可能的關係

例：

2 ：爲什麼（高雄）會空氣污染？

3 ：因爲高雄的工廠啊，都有排出黑煙或白煙一大堆的，都會對人體有傷害。

⑶以一句話說出問題

例：

18 ：有什麼辦法來解決空氣污染？

T12 ：有什麼辦法來解決空氣的污染？你現在就要提出你的問題是不是？好，那現在我們先把她的問題寫下來。

“有什麼辦法可以解決空氣污染？”（師板書）

你覺得很具體嗎？看到這樣的問題你們會不會再繼續問她？你是不是覺得很具體啊？

由上述老師與學生的對話中，我們看到老師主要的工作有：

a. 集中學生的注意力。如 T7 ，以免叉題。

例 9 ：老師，我還要提問題。

T7 ：對不起，我們先把這個問題解決，看這個問題解決了沒有？你覺得呢，還有那些會造成空氣污染？

b. 整理。有的學生一時表達太多意思，透過教師的整理，其重點才容易顯現出來，也才能與其他學生的意見相銜接。

例 T4 ：爲什麼這麼多工廠要設在高雄？剛才提供一個是因爲人口密集，然後你又提供一個是因爲它的港口交通方便，所以工廠在這裏。然後很多工廠在這裏排放廢氣，會造成了空氣污染。好，繼續呢？

c. 鼓勵提出証據。由於我們給了學生閱讀資料，因此鼓勵他們由其中找可支持自己論點的証據，或是由自己親身的經歷來支持論點。提出支持論點的証據在推理上是很重要的工作(Toulmin, Rieke, and Janik, 1984)。

例 T9 ：好，她指出她自己所看到的，我說過了你要提出答案的時候，你要怎樣，你要找出正確的例子，對不對？她只說她自己所看到的，對不對？她自己看到了道路上的灰塵增強的這個部份。好，還有呢？

例 T23 ：工廠多，你從那邊知道它工廠多？怎麼多法？你怎麼知道它多？你有那些資料可以支持說它很多？

d. 挑戰問題的具體程度。要求學生更具體的敘述問題。這是在確定問題中很重要的一個目標，當問題愈具體的定義出來，解法也就愈容易提出來。

例 T12 ：有什麼辦法來解決空氣的污染？你現在就要提出你的問題是不是？好，那現在我們先把她的問題寫下來。

“有什麼辦法可以解決空氣污染？”（師板書）

你覺得很具體嗎？看到這樣的問題你們會不會再繼續問她？你是不是覺得很具體啊？

整體而言，教師在確定問題中主要的工作是整理學生所提出的意見，使他們的思緒能更集中而達成確定問題的目的。

3.提出解法

教師在此鼓勵學生說出所有可能的解法，教師在此過程中說的話如：

⑴我們先把想法都寫下來。

⑵再來呢？

⑶還有哪些解決方法呢？

4.評鑑解法

教師與學生針對每一個解法評鑑其可行性，其中包括提出它的限制及它的有效性。下面仍以「左右爲難的都市」上課的實況爲例說明。

例 T ：這個方法是不是有效？(指政府補助沒有能力裝空氣污染防治設備的工廠)

33 ：那，如果它要補助的話，如果每一個工廠都說它沒有能力的時候，就要補助很多的工廠，再說如果政府要補助這麼多，那想想看，就是價錢也很昂貴，那如果很昂貴的話，那全部用那個政府的財政能力來補助嗎？

35-2 ：那個強制的話，可能又會引起很多糾紛啊，或者會引起啊高雄啊一些那個商人啊抗議啊。

33和35兩位學生提出的都是解法的限制。

36 ：假如說停工不關門就沒有關係啊，因爲它財務的話虧損就越來越多啊，虧損到最後的話，它還是會裝啊。不裝的話虧損會越來越多。

36學生是就解法的有效性提出其看法。

㈡分組進行

當教師覺得學生已漸漸熟悉解題模式後，教師逐漸退出解題過程，讓學生自行解題。

下面我們由一組學生自己進行問題解決的例子來看問題解決歷程。學生在此閱讀的是國小社會第12冊「我國邁向現代化」一課，其中主要的概念是我們正邁向現代化，但也遭遇到現代化過程中的一些問題如民族道德的維護、自然生態的保育等。這組學生找到的兩個主要概念是生活水準與自然生態。下面是他們討論的部分例子：

1 ：我們先討論一下，生活水準提高的時候，會怎樣。

2 ：才會使人民富裕，才會富裕的生活，才會台灣更加富裕，提高國際地位水準。

3：那我把專題改做台灣人民生活水準。

4：好。

5：台灣生活水準和自然生態，不好意思，現在題目改的是這樣。

6：當人民生活水準提高的時候，台灣在國際上的地位大大的提高。

7：台灣在世界上的地位大大的提高會使人民富裕，對不對 。

8：會使人民富裕、還有人民過得自由民主生活、政治民主生活。

9：使我們生活更加安全舒適。

10：現在注重效率。

11：而且會溫飽。

12：那會使人民富裕安和，稱爲開發中國(家)。

學生繼續討論生活水準提高的好處。接著他們討論生活水準降低時會產生的情況。

32：那生活水準降低的時候，會怎樣呢？

33：使得人民生活不能溫飽。

34：失業率提高。

35：人民叫苦連天。

36：使別國看不起。

37：那並沒關係，並不重要。

38：那會使國際地位降低，國際地位降低。

39：輕視我國。

40：還有……

學生由生活水準「提高」(第1行)與「降低」(第32行)兩向度討論其可能造成的影響，接著又討論自然生態對人類的功能與貢獻，而後提出問題。

1：現在換他們的衝突點。

2：衝突點就是人類非常需要自然生態供給他們所需要的。台灣人民生活水準……

3：自然已經嚴重的破壞了。

4：台灣人民能不能高水準，就嚴重破壞自然生態。

5：但是，但是自然生態確已嚴重破壞確已嚴重破壞，確已嚴重破壞。

⋮

⋮

10：問題到底是什麼？

11：問題就是……

12：如何不使台灣，如何使台灣人民生活水準提高，而卻不要破壞自然生態。

13：如何使台灣人民生活水準提高，而不要破壞自然生態，這是我們的問題。

14：而且後面再加一句好不好，

15：還有我問你，生活水準要提高，怎樣提高？

16：提高，這樣提高就好。

17：一個程度呀。

18：……水準……

19：如何使人民生活水準提高到現代國際化的水準。

20：現代化啦。

21：如何使台灣生活水準提高提高到現代化，而不去破壞自然生態。

22：自然生態範圍很大啦。

23：不破壞到自然生態，

24：不違害台灣自然生態。

也是由於分別透過現代化與自然生態的討論，學生體會到現代化的必要性，但保護自然生態也是一必須。因此提出一個兩難的問題：「如何使台灣人民生活水準提高（提高到現代化），卻不破壞自然生態，並保護自然生態」。在這一段討論中有(1)解釋概念，如1至12行。(2)尋找概念範疇，如後面一段21至24行。(3)分析兩概念間關係，如後面一段1至5行，及(4)以一句話說出問題，如21行。

在這一組學生提出解法後，逐一評鑑解法時（請見圖三），我們看到有學生問：「我們題目上還有說台灣人民生活水準提高」，只是同組學生繼續討論生態保育的方法。他又再次提出：「可是你們都寫什麼有良心沒有良心，沒有半點台灣人民生活水準。」此時有另一同學呼應「人民水準呀！」但又被其他同學討論的生態保育遮蓋過去。到下課鈴響，問現代化問題的學生又問：「這跟現代化有什麼關係？」

一位同學說：「等一下，我們還要討論別的哦！」

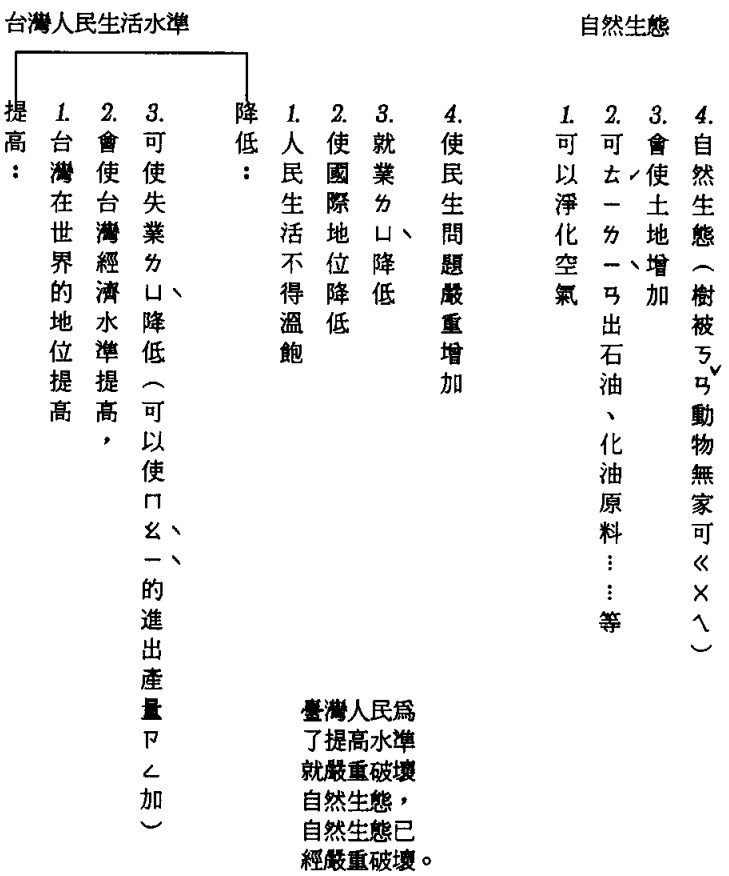
第二位同學：「如果做人民都不做違法的事，那就會使現代化……我們全國人民都很合作像這樣子，然後更有可能就會使我們在國際上的地位大大的提高這樣子。叫各國每一國……像我們加入什麼聯合國的，」

第三位同學：「對，」

第四位同學：「就我們台灣……就是……」

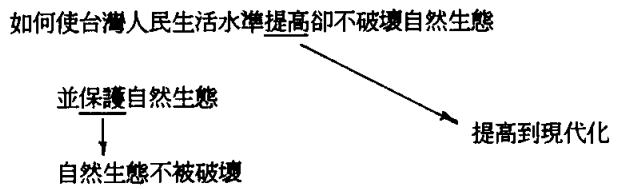
第五位同學：「報告總結，這一點跟那個自然生態，跟台灣人民生活水準有很大的關係，可是我們懶的寫，就沒有時候、沒有寫上去。」

這組學生算是自圓其說的把解決辦法與兩難牽上關係了。在此研究者觀察到一個問題：高年級學童處理兩難的能力。也就是說，他們是否有能力同時處理兩件利益上相互有衝突的事。



圖三　某小組問題解決圖

圖三續



1.不讓中藥店買稀有動物的物品
2.不大量ㄎㄢˇㄈㄚ樹林
3.充分使用人工塡海
4.禁止違法商人做違法的事和破壞生態

1.O如ㄍㄨˋ買合法就可
X如ㄌㄧㄎˇ ㄐㄧㄢ ˇ 時把它藏起就不可了

2.O如對有良心就有用
X如對沒良心商人就沒有用

3.O可減少垃圾，以前也用過是好方法
X速度太慢

O：表可行
X：表不可行

㈢個人解題

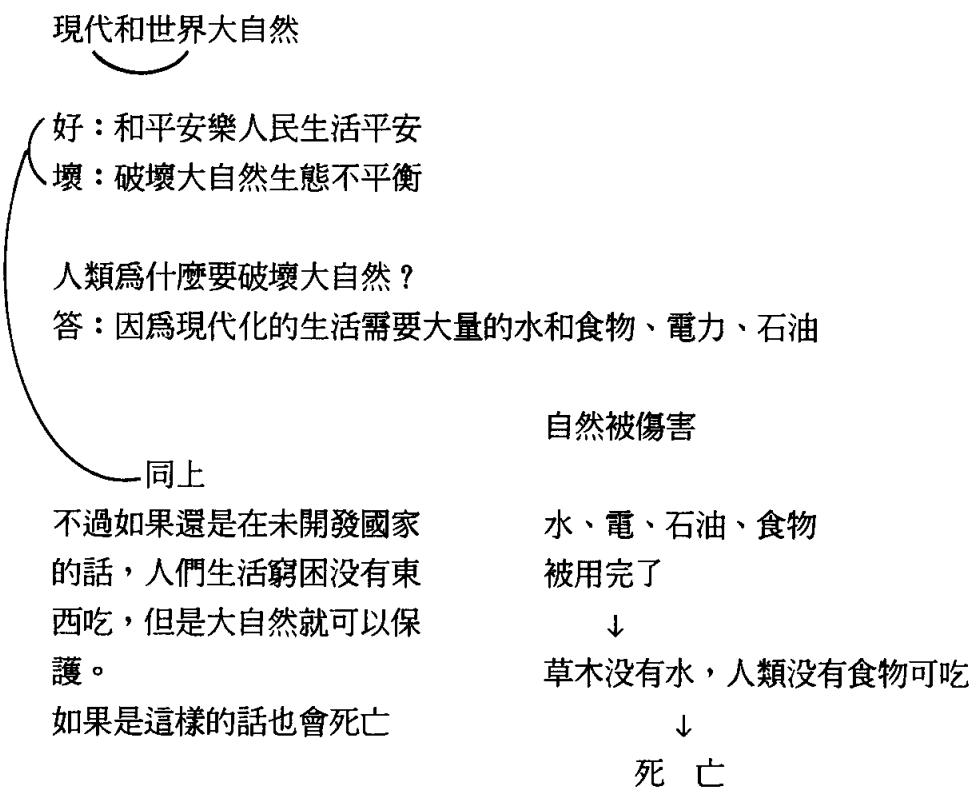
在未回答此問題前，研究者先介紹個人進行問題解決的情形。在個人解題過程中，有學生提出單向的問題如：

39號：怎樣使人類的現代化不再破壞環境？

14號：怎樣使人們不再爲了休閒破壞了台灣的環境？

也有學生提出兩難的問題，只是在提出解法時，這些學生常傾向一難來解決。

例5號的問題解答(圖四)中，我們看到他自問自答的也提出兩難問題：「怎樣把現代的社會和大自然合而爲一，意思(是)現代化的社會可以有，但大自然也要保護」，但解法上他仍偏向保護自然。其他如30號也提「如何台灣逐漸邁向現代化，又不影響到台灣的生態環境？」其解法也都偏向環境保護(圖五)。



1. 怎樣保護大自然動物、土、水？
2. 怎樣把現代的社會和大自然合而爲一？

意思：現代化的社會可以有，但大自然也要保護

1. 有些工廠和人民大量用電用水，不聽政府勸告
2. (未寫)

＊線爲學生所畫，表概念與概念間的關係

圖四 5號學生問題解決圖

台灣：現在正逐漸邁向現代化
需要現代化

現代化

優點：工業產品增多，商業活動繁
生活水準提高……

缺點：使生活過人分緊張，破壞生態環境

如何使台灣逐漸邁向現代化，又不影響台灣的生態環境？

解法：

1. 規定各工廠廢水要經過處理才能放入河川。並常要有專業人員到工廠檢查。
2. 使用各種媒體呼籲民衆，不要買有污染河川的工廠的產品。
3. 舉辦一些環保的活動，讓工廠的員工和負責人參加，使他們了解環境污染的可怕，再勤導他們發揮公德心，把廢水處理後再放入河川。

評鑑：

1. 可能有效，也可能没有效，因爲如果工廠不去處理廢水，就没有效了。
2. 没有效，因爲民衆不曉得哪一家工廠有污染，哪一家没有。
3. 有效，因爲活動本身很好玩，就會有很多人參加，這個方法可以使他們了解污染的可怕，他們知道污染的可怕後，就會去處理廢水，但對鐵石心腸的人來說，那根本不關他的事，所以就不會去處理。

圖五　30號學生問題解決圖

當然也有學生提出兩難問題也解決兩難問題。例23號，問題：怎樣讓大家都過著美好的生活又不會破壞生態？方法：1. 因爲生活太緊張，可以呼籲大家有空時去郊外走走。2. 如果去郊外玩時，破壞生態可以罰錢，最多200元。只是在個人解題

時能兩面都顧到學生並不多。

由小組討論與個人自行解題實例中，研究者肯定透過團體討論，發揮衆人的思考對問題的探討較一個人思考週到，也就是說，較能顧到兩難。只是我們的疑問：當有人提醒時，六年級學童會照顧到問題的各層面，但是這個提醒似乎不是很自動的就會產生。造成能否「自動」照顧問題各層面的因素是什麼？值得我們再進一步探討。

伍、討　論

一、學生學到什麼

在整個實驗過程中，研究者最擔心的是介紹解題模式是否會限制學生的解題思考，也就是說，學生學到了解題形式，但此形式反而限制他們的思考。我們常透過錄音(影)帶來檢查我們的憂慮是否是多餘的。下面是一節課的例子，本節課學生個別進行解題。研究者將提出相似問題的學生歸類分組，括弧中乃學生編號及其所提出的兩個概念。

1. 怎樣提高我們生活的品質，又不會破壞到環境。
   (19：台灣的進步 / 台灣的生活品質；30：人 / 生活品質；18：生活品質 / 土地；24 現今的人 / 生活品質；29：生活品質 / 台灣人；34：生活品質 / 人；14：台灣的人 / 台灣的生活水準；26：台灣人民 / 生活品質；7：人 / 生活品質)？
2. 怎樣使台灣的房屋不再快速的增加 (10：人 / 房屋)？
3. 怎樣使人不再過度(指平均)利用電氣用品 (9：人 / 需要的物品)？
4. 怎樣使台灣恢復過去的自然環境，而又能使台灣的生活品質照樣提高 (36：台灣居民 / 台灣)？
5. 怎樣讓房屋不要增加(數量不要再增加)，使生活品質保持中等程度 (4；20：台灣房屋 / 生活品質)？
6. 如何使生活品質不再快速提高，不再造成害處 (21：土地 / 生活品質；11：生活品質 / 生活)？
7. 如何使台灣的居民保持良好的生活品質 (42：生活品質 / 台灣居民；31：生活 / 科學進步；35：台灣居民 / 日常生活)？
8. 怎樣使人的生活品質提高並減少使用到資源(如水電)？(17：房屋 / 人；33：台灣 / 生活水準)？

9.如何使台灣生活水準提高，但不會使資源浪費？(25：以前的生活 / 現在的生活)？

10.如何恢復農村原來面貌 (40：車和住 / 生活)？

11.怎樣不過分使用我們所剩的居住環境 (15：台灣居民 / 居住環境)？

12.如何使台灣人民的生活水準提高，社會卻不腐敗，並使人與人之間的關係，越來越接近 (12：生活水準 / 台灣社會)？

13.怎樣使人們不過度更換日用品 (27：人 / 生活用品)？

14.怎樣解決生活上製造出來的垃圾 (1：生活品質 / 垃圾)？

15.怎樣解決生活品質提高後所產生的資源減少，垃圾增加的問題 (28：居住環境 / 生活進步)？

上面 15 個問題，其中有同一種問題但以不同的問法被列舉出來。例如問題 1 和 4 皆說到提高生活品質，但不破壞環境。這些學生先列舉的兩個概念，不盡相同，但爾後確定的問題類似。有些學生先列舉的概念相同，如# 18 和# 21，# 26 和# 42，但最後確定的問題不同 (問題 1 與 6 與 7)。我們也看到學生都關心環境，但有人希望繼續提高生活品質 (問題 1、4、8、9、12)，有人不希望再提高 (問題 6)，有人則要保持中等程度 (問題 5)。此外有人以兩難方式呈現問題 (問題 1、4、8、9、12)，有人以單一方向來呈現問題，且有的問題很具體，如問題 13、14、15。

由此看來，學生所學到的解題形式沒有限制他們的思考。研究者要學生先找兩個詞彙並集中注意力在其上，並不因此限制其思考範疇。首先，他們所找的詞彙可能不同，就是找出相同的詞彙，藉由詞彙所產生的意念仍是不同的。換句話說，本研究介紹的問題解決模式只規範學生有系統的思考，使他們有組織的抽取、整理已有的知識，以達思考的目的——解決問題，但並不因此而限制他們的思考內涵。

實驗組學生在實驗過程中，我們肯定他們學到了解題的方法，但更具體的，我們在他們的思考過程中看到：

㈠自問自答的思考歷程

在閱讀理解研究中指出自問自答是理解過程中一個很主要的後設認知技能 (Brown, 1980)，學生有這個技能更能促進他們的閱讀理解。當學生自問自答時顯示的是一個自我監督 (self-monitoring) 與自我反省 (self-reflectiveness) 的歷程。這些歷程都是目前教育學者希望學生要學到的 (Gardner, 1993)。本實驗由教師自問自答的示範，師生間與學生間的練習，我們確定實驗組學生學到了本研究所強調的“透

過問題找問題”。下面是兩位學生的例子：

5號(圖四)在解題過程中，其自問：「人類爲什麼要破壞大自然？」而引出「人們生活窮困沒有東西吃，但是大自然可以保護。如果是這樣的話也會死亡」。

又如30號在「住有屋，行有車」確定問題中

自問：什麼是生活品質，自答：(省略)。

自問：什麼地方的居住環境，自答(省略)。

自問：怎麼影響(指生活品質提昇會影響環境)，自答：(省略)。

㈡正反兩面的思考

由於研究者要求學生針對所提出的詞彙想它們的解釋，它們的範圍，也針對所提出來的解決辦法想它們的限制，因此學生學到由正、反兩面甚至更多角度來思考一件事情，例如：

25號在我國邁向現代化，寫下：「未開發國家雖然生活水準低，但不會破壞生活環境，開發國家雖然生活水準提高，但會破壞生活環境」。有的學生在形式上，或說在使用的語詞上也表示出他正、反兩面的考慮「人常用到電氣……，相反的，以前没有這些用具，所以做起事來很麻煩。現在常常住的都是高樓大廈，相反的，以前的人只要有房子就好了。」(37號，住有屋，行有車)。姑且不論形式，基本上學生都學到由優/缺點，長/短處，是/不是等觀點來分析問題。不過，如前面所提過的，學生雖能提出兩難問題，在解答時，多數學生提出的解法只能滿足一難，而非兩難。這是研究者應再深入了解的現象，如學齡兒童何時才能處理兩難問題？訓練是否能促成他們有效的思考兩難問題等。

㈢更深入的思考

由於學生集中注意力於兩個詞彙的範疇上，他們能深入思考與此詞彙有關的事實，也因此引出他們更廣泛的知識，這些知識雖不一定完全，但在範疇內可看出它們與主題有關。例如在11-27-92分組進行例子中(圖三)，學生提到生活水準提高時，會有下面的現象產生：人民富裕、政治民主、生活安全舒適、工作注重效率、家庭美滿、工商業產品增多、失業率降低、台灣國際地位提高等。這都不是在當天閱讀資料中出現的詞彙，但透過學生彼此間的問答、腦力激盪，他們更體會到生活水準提高的優點，進而由優點看到缺點，做正反兩面思考。這樣深入且正反兩面的思考使他們確定在問題時能兼顧這些論點。因此這組學生提出的問題是：如何使台灣人民生活水準提高卻不破壞自然並保護自然生態。

集中焦點，深入思考除在確定問題上有幫助外，在評鑑解法上也有助益。例學

生討論「不讓中藥店賣稀有動物」

1：但是有合法的犀牛角呀？

2：犀牛角是不合法的。

3：對嗎？

4：台灣有合法的嗎？

5：如有合法的，如購買合法的就可以。

顯然學生並不是很清楚台灣是否有所謂的「合法」犀牛角買賣。雖然他們不清楚，但這筆資訊使他們多一個思考如何“不讓中藥店賣稀有動物”的機會。同一天同一組學生也評鑑“禁止違法商人破壞生態”。有人提到：

1：還有動物自己也會破壞自然生態。

2：哪一種動物呀？

3：那種動物呀，松鼠吃掉，你知不知道紅樹林。

這些學生提到的是實驗第一課的內容，離此時已有十一個月之久。這裡反應出來的是當實驗者要求學生集中注意力在一定範疇上，不但不限制他們的思考，反而引導他們集中尋找有脈絡關係的知識。這一點在前面也提過。我們前面曾比較過討論組與實驗組在看過一篇文章後的討論重點。討論組雖有許多討論點，但顯得分散。相對的，實驗組在「高雄」與「空氣污染」兩個概念引導下，所有的問答與討論都規範在其中。當討論的焦點能集中時，學生才能深入思考一個問題。當思考的焦點能集中時，學生抽出的知識是有組織而非零散的。因此我們同意 Gabrys, Weiner 和 Lesgold (1993) 的說法，他們認爲問題解決是有目標的學習策略 (intentional learning strategies)。

二、研究限制

在整理報告的過程中，研究者不斷反省一件事：有有效的教學研究結果是一件很令人興奮的事，但我們有沒有忽略掉什麼研究上或學習上的問題？下面是我們想到的一些問題：

㈠教師的訓練

本研究實驗得以順利進行並有成效，主持實驗班教學的范老師功不可沒。或許有人會問是教學法或教學者造成實驗效果的？有一點可確定的是研究者對教學法的堅持。由最初研究者與范老師溝通教學方法，及至教室中錄影范老師的教學過程，以便與其討論，研究者非常堅持整個實驗既定的方法與過程。但范老師在整個實驗過程中也積極扮演主事者的角色。他控制學習進程，使學生得以充分學習後才繼續

往下進行。檢驗整個教學歷程，教學方法的運用不會有困難。只是教師在表達上有些不同於過去的教學方法。因爲本實驗強調在教師示範問題解決過程時，教師要將自己的思考說出來使學生知道他在想什麼。基於范老師是一位自我反省很深的老師，他很快就習慣於表達自己的思考歷程。因此，研究者認爲，教師訓練不是一件難事，但有些老師或許需要更長的時間，才習慣於將自己的思考公開。當教師不能描述其解題歷程時，對學生的學習來說，會是一個限制。

㈡學習轉移

當實驗組學生習得問題解決模式思考環境問題後，他們能否以此一模式思考其他知識領域的問題。這個問題也是本研究與其他研究在回答學習成果上的一個限制(Gick & Holyoak, 1987)。Perkins和Salomon (1988)曾提過兩個深層結構相似，但表面結構不相似知識領域的學習轉移易於兩個深層結構不相似知識領域的學習轉移。研究者基於此一假設，推測本研究實驗組學生較容易將所學到的問題解決模式移轉到與人有關的社會科學問題上，因爲學生在本實驗中最常思考的是人與環境的問題。但這仍要經過實驗才是。

㈢兩難問題的解答

前面研究者提到學生可以提出兩難問題，但在解決兩難問題時卻常只能滿足一難不能針對兩難。這是本研究在呈現成果時的另一個限制。基本上這結果符合Kohlberg (1984)的道德發展理論：13歲達傳統道德判斷層次，以社會團體規範來判斷是非。這種道德推理判斷，只符合一難的要求。面對這個問題，我們在本研究中，未正式澄清是學生能力上的不足或是掉以輕心，忽略兩難同時存在。我們僅透過上課的記錄觀察到有個別的學生做到思考兩難，也有一組學生透過相互提醒可做到思考兩難，但大多數一個人解題時無法兩難兼顧。

研究者肯定本研究學生有能力兩難兼顧，但須要有人提醒。什麼時候不再需要有人提醒而能同時去思考兩難是未來我們要做的研究。若學生解題時不能同時兼顧兩難，也就使本研究所發展出來的解題模式的學習成效受到限制。

三、結　語

本研究主要目的在找出問題解決教學模式，以協助國小兒童思考複雜的環境問題。首先，我們訪談環境問題專家與新手，比較出專家解題過程中的特色，制定一較詳細的問題解決模式，同時確定了環境教育的內容。接著，我們試教此問題解決模式，結果令人滿意，11位五年級小學生在一學期內都學得此問題解決的思考模式。而後，我們進行正式實驗。經過一年教學，與配對的討論組、閱讀組比較、實驗

組在思考環境問題上更準確，符合研究者的預期。

由於實驗教學有效果，我們肯定本研究擬出的較詳細的解題模式是一個有效的模式也是一個可教的模式。

研究者透過紙筆的開放式問題與訪談發現，接受問題解決模式教學的學生，不但學到一步步的去確定問題與評鑑解法。並且在其解題歷程中，他們能自問自答、自我監督、自我做正、反兩面的思考。而且當他們集中注意力思考一件事時，他們顯得更深入。當深入時，他們才有可能想的更週到。而在問題解決時，知識的獲取是很重要的一件事。在本研究中我們先給學生閱讀資料，這些資料在他們解題思考上都發揮了功用。若沒知識，只操弄解題過程是不可能的 (Greeno, 1980; Gabrys et al. 1993)。但是透過實驗組與討論組及閱讀組的比較，我們也觀察到有知識以及將之用在特殊情境中是兩回事。因爲每一項知識可有許多不同的用法，我們要學習哪一項知識在哪一種情境下有用 (Singley & Anderson, 1989)。本實驗介紹兩種知識，解題知識與環境知識。只有環境知識 (閱讀組) 不足以解環境問題，但泛泛介紹解題知識 (如討論組) 沒有具體說明如何用在環境問題上，也不足以解環境問題。因此，我們肯定，有結構的問題解決思考訓練對學生是有幫助的。有結構的思考訓練在此是指目標清楚，策略直接且有系統的思考訓練。在有結構下，因學生集中注意力而帶出較深入的思考。換句話說，教有結構的解題策略是必須的。學生在教師引導下，這些策略變成思考上的必須步驟，使他們在解複雜的環境問題時能具體確定要解決的問題，並找出合適的解決方法。

謝　辭

本文承國科會專題研究計劃 (NSC-82-011-S-194-001-Z) 補助，台北市中正國小師生支持，特此致謝。

作者也特別感謝審查本論文的學者。他們的仔細與建議使這篇論文更具可讀性。

參考文獻

1. 行政院國科會科教處 (1989)，現階段我國環境教育概念綱領草案。
2. 林清山 (民 66 年)，心理與教育統計學，台北：東華。
3. 林清山 (民 70 年)， X^2 統計的事後比較，測驗年刊， 28:121-130 。

4. 柯華葳（民 81 年），環境教育途徑研究——解決問題途徑，國科會第二年研究報告。
5. 柯華葳（民 82 年），問題解決教學模式之建立——以國小環境教育爲例，中正學報，第四卷，1-32。
6. 楊冠政（民 78 年），環境教育概述，師大環境教育中心。
7. Brown, A. (1980). Metacognitive development and reading, in R. Spiro, B. Bruce, and W. Brewer (eds.) *Theoretical Issues in Reading Comprehension*, Hillsdale, NJ: Erlnaum.
8. Gabrys, G., Weiner, A., and Lesgold, A. (1993). Learning by problem solving in a coached apprenticeship system, in M. Rabinowitz (ed.) *Cognitive Science Foundation of Instruction*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
9. Gick, M. and Holyoak, K. (1987). The cognitive basis of knowledge transfer, in S. Cormier and J. Hagman (eds.) *Transfer of Learning*, NY: Academic Press.
10. Gardner, H. (1993). Multiple Intelligence: The Theory in Practice, NY: Basic Books.
11. Greeno, J. (1980). Trends in the theory of knowledge for problem solving, in D. T. Tuma and F. Reif (eds.) *Problem Solving and Education: Issues in Teaching and Research*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
12. Kohlberg, L. (1984). The Psychology of Moral Development: The Nature and Validity of Moral Stages, San Francisco: Harper & Row, Publishers.
13. Nickerson, R., Perkins, D. and Smith, E. (1985). *The Teaching of Thinking*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
14. Palincsar, A. and Brown, A. (1984). Reciprocal tecaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities, *Cognition and Instruction*, 1(2):117-175.
15. Paris, S. (1988). Models and metaphors of learning strategies, in C. Weintein, E. Goets, and P. Alexander (eds.) *Learning and Study Strategies: Issues in Assessment, Instruction, and Evaluation*, NY: Academic Press.

16. Perkins, D. and Salomon, G. (1988). *Teaching for transfer, Educational Leadership*, September, 22–32.
17. Reif, F. (1980). Theoretical and educational concerns with problem solving: Bridging the gaps with human cognitive engineering, in D. T. Tuma and F. Reif (eds.) *Problem Solving and Education: Issues in Teaching and Research*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
18. Rubinstein, M. F. (1975). *Patterns of Problem Solving*, Englewood, NJ: Prentice–Hall.
19. Rubinstein, M. F. (1980). A decade of experience in teaching an interdisciplinary problem solving course, in D. T. Tuma and F. Reif (eds.) *Problem Solving and Education:Issues in Teaching and Research*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
20. Singley, M. and Anderson, J. (1989). *The Transfer of Cognitive Skill*, Mass.: Harvard University Press.
21. Toulmin, S., Rieke, R. and Janik, A. (1984). *An Introduction to Reasoning*, NY: Macmillian Publishing Co., Inc.

附錄 解題歷程知識與學科內容知識

本研究主要介紹的是解題歷程，而解題歷程要與學科內容搭配才有意義。下表是解題歷程問題與內容問題的分辨。教師以解題歷程問題來導引兒童思考內容問題。

解題步驟	解題歷程問題	內容問題(舉例)
確定問題	這篇文章主要在說什麼？	
	有哪兩個詞彙最常出現？	
	這個“詞”到底在說什麼？	空氣污染是指什麼？
	它有什麼「範圍」的限制？	高雄是指那些地方？
	這兩個概念間有什麼關係？	空氣污染對高雄的影響？
	用怎樣的一句話可說明此關係？	如何使高雄工廠的空氣污染降低？
	這樣的問題還可追問什麼嗎？	降低到怎樣的標準？
	這樣的問題具體嗎？	如何使高雄工廠造成的空氣污染降到合格的標準？
列出解法	還有什麼解決辦法？	
評鑑解法	這個方法有人用過沒？	飛鷹計劃在高雄執行的如何？
	用過有效嗎？	
	使用這個方法時，有什麼「人」方面的限制？	工廠老板願意花錢裝污染防制設備嗎？
	有什麼「空間」上的限制？	裝污染防治設備會不會佔去許多空間，使目前已狹窄的廠房設備更擁擠？
	有什麼「時間」上的限制？	裝污染防制設備要花許多時間，面對目前的空氣污染應怎麼辦？

A Problem Solving Approach to Environmental Education

Hwawei Ko
Department of Phychology,
National Chung Cheng University,
Ming Shiung, Chia Yi, Taiwan

Abstract

This study was designed to varify a detailed problem solving model developed by Ko (1992). The model was instruction oriented to have every step concretely outlined. Three classes of fifth grade students were assigned to experimental, reading, and discussion groups respectively. The students in the experimental group read environment related materials and received problem soliving skills instruction. The reading group read the environmental materials only. The discussion group read and discussed the materials. The rationale behind the design was: if discussion plused reading the same environmental knowledge or the reading alone can help students solve the environmental problems as the students who had the reading and the problem solving training did, then the detailed problem solving model had no significant values. After 26 weeks of instruction, three groups of students had gained equivalent amount of environmental knowledge. However, the experimental groups outperformed the other two groups in the way of systematical analyzing the problem and evaluation their proposed solutions. Other than the problem solving skills, the problem solving group also showed self-monitoring and self-reflective thinking. The different performance resulted from different treatments was discussed in detail. The results imply that treating problem solving processes as structured thinking processes is helpful for students to organize knowledge and to make good use of the knowledge, in our case, to solve the environmental problems.

Key words: Problem solving, environmental education