

第參章 研究方法

本章將以五節分別說明本研究中的研究對象、研究設計、研究工具、研究實施程序及方法以及資料收集與分析。

第一節 研究對象

本研究對象選擇研究者所任教的兩個班級，採智力測驗無差異之兩個班級進行實驗，隨機決定實驗組—甲班，及對照組—乙班。

由於文獻中指出科學創造力的發展與科學概念有關，所以研究對象先依據生物科平常成績，採 S 行平均分配。另外，考慮到男女性別可能造成差異，分組時，每一組男女生的人數盡量一樣。實驗班共有男生 15 人，女生 18 人，先分開採 S 行平均分配成 6 組，再行合併。前三組分別有男生 3 人女生 3 人，另三組有男生 2 人女生 3 人。在教學研究期間，確實清點學生的出缺席情形，在學期結束後，共獲得有效樣本實驗組與對照組各 31 人，共 62 人。

因為研究實驗教學的時間分散長達一學期，所以分析研究結果時，高低學習成就的界定採用本學期的生物科學期平均分數。將實驗組學生分數高於全班平均分數一個標準差以上的學生定義為高學習成就學生，將分數低於全班平均分數一個標準差以下的學生定義為低學習成就學生，分別得到高學習成就者 5 人，及低學習成就者 6 人，

第二節 研究設計

採用 Osborne-Parnes 的 CPS 傳統為準則，配合 Eberle 所修訂的 CPS 六階段，及國中生物課上學期課程編寫 CPS 分階段訓練教材，CPS 六階段的訓練單元如下表 3-2-1。

傳統的 CPS 訓練方法是依照六個階段的單元順序進行訓練課程，亦即，先進行第一階段的第一個單元「不滿足感」，訓練學生的不滿足感，找出日常生活中的需要改進的事物。接著，進行第一階段第二個單元「敏感性」的訓練，訓練學生對生活中的事物的敏感性。以此類推，直到完成六個階段各個單元的訓練。然後，再以一個問題(Problem)為例，訓練學生練習利用此六個階段的方法，一步一步地去解決問題。

表 3-2-1：CPS 六階段訓練的各單元

階段	分階段訓練目的	分階段訓練單元
第一階段	感受問題及挑戰	1. 不滿足感 2. 敏感性 3. 理性面對
第二階段	發現事實	1. 感官偏見 2. 資料收集 3. 觀察與資料收集
第三階段	發現問題	2. 問題關連性 2. 找次問題 3. 多面性思考 4. 問題分析
第四階段	激發點子	1. 創造力激發
第五階段	找出解決之道：	1. 價值判斷 2. 評價與決策
第六階段	執行計畫	

本研究與傳統的 CPS 訓練方法不同之處在於，六階段的 CPS 訓練單元是以生物科課程為教材內容，因此，實驗組學生所接受的 CPS 分階段訓練的時間是依照生物科教材的上課進度，而非傳統的 CPS 分階段訓練順序。以本研究的教材為例，當生物課上到「花生燃燒的實驗」時，則經由觀察各組的實驗數據，進行「敏感性」的訓練，接著，要求學生觀察他們的實驗裝置，在要求是否能改進此實驗裝置，此為「感受問題及挑戰」此階段中「不滿足感」的訓練（訓練教材詳見附錄）。

本研究所使用的 CPS 的訓練教材，均為生物課程教材內容所涵蓋的範圍，因此訓練時間即為原來的生物課時間，不需另外再找時間來訓練學生，此為本研究與傳統 CPS 訓練方式之不同點。

第三節 研究工具

本節將介紹本研究所使用的研究工具共五項，包括威廉斯創造思考活動測驗，科學概念評量，開放性問題，生物科學學習興趣量表，以及課程感想問卷。

一、威廉斯創造思考活動測驗

本測驗為 12 個未完成的刺激圖形，依據受測者所完成的圖形來評分，可以評斷出「流暢力」、「開放性」、「變通力」、「獨創力」、「精密力」、「標題」等六項分數。各項分數評分的方法為如下：「流暢力」完成一個圖形即得一分，滿分 12 分；「開放性」依據刺激圖形與完成圖形的相關位置來評分，每個圖形最高 3 分，滿分 36 分；「變通力」，先將受測者所完成的圖形依據圖形物體或圖形所表達的情境分類，再根據種類數目來評分，12 個刺激圖形最多 12 種類別，滿分 12 分；「獨創力」是依據受測者所繪圖形的物體或情境在總受測人數中出現的比例來評分，出現比例在 49% 以上為 0 分，在 49%~2% 為 1 分，出現比例小於 2% 的圖形可得 2 分，不在評分範例中，且具有創意的完成圖形可得 3 分，滿分 36 分；「精密力」是依據刺激圖形與完成圖形的位置與對稱方式評分，最低 0 分，最高 3 分，滿分 36 分；標題則是根據受測者對完成圖形命名的精緻程度來評分，最低 0 分，最高 3 分，滿分 36 分。

依據林幸台（1994）以台灣區學生為母群體所修訂的測驗，其中的指導受測說明本測驗的信、校度如下：

- 1、評分者間信度：由於此測驗的評分結果可能會受到評分者主觀因素的影響，故進行此項考驗。依據施測指導手冊，此考驗只抽取兩個班級，由兩人一相同的評分原則進行評分，再將在求得兩評分者所平分數的積差相關係數。由表 3-3-1 可之各項分數之評分者一致性係數介於.878~.992 之間，其數值均達極顯著差異。

表 3-3-1 威廉斯創造性思考活動評分者一致性係數

人數	流暢力	開放性	變通力	獨創力	精密性	標題
87	.992	.956	.985	.927	.878	.969

- 2、重測信度：間隔時間為 4~5 週，所得的相關係數為.44~.68 間，皆達到 0.05 以上的顯著水準。
- 3、內部一致性：以 Cronbach α 係數計算，各項分數的 α 係數介於 0.45~0.78 之間。

- 4、校標關聯校度分析：以 Torrance 圖形創造思考測驗為效標，國中部分相關係數介於.31~.55 之間，皆達 0.05 以上的顯著標準。

二、科學概念評量

根據研究者所開發的 CPS 分階段訓練教材，來編訂科學概念評量。先分析 CPS 分階段訓練教材中所涵蓋的生物科科學概念（詳見附錄 1），例如有「視覺暫留現象」、「感覺受器疲勞現象」、「莖的維管束排列及功能」、「植物體內水分的運輸」、「擴散作用」、「體溫的調節」、「動植物細胞之異同」等概念，再根據這些生物科科學概念編寫選擇題 20 題（詳見附錄 2）以檢測研究對象的生物認知改變情形。所有題目均經過，兩名國中及高中生物老師鑑定校度，並且經過預試，選用其中鑑別度較佳的 15 題，所得到的內部一致性 α 係數為 0.655。

此測驗以受測學生的生物科學期平均分數為校標參照校度，得到相關係數為 0.67。

三、開放性問題

威廉斯創造思考測驗主要以圖形刺激為主，在文字或知識上的刺激測驗只有「標題」一個向度。因此，本研究另外定立了一個開放性問題來檢測受測者在文字刺激方面的表現。所設計的題目乃經過研究者與數位博、碩士班研究生討論，其中包括數位現職國高中理科教師；經過研究者預試，稍作指導語及題意文字上的修改後，由指導教授核可定案（見附錄 3）。

此開放性問題的評分方式，則依據學生的答案有「流暢力」、「變通力」及「獨創力」三個評分項目。「流暢力」：每一個有效答案給一分。「變通力」：先收集試測學生回答此問題的答案，將所得的答案分類並編碼。將受測者的答案對應代碼，每一種答案類型給一分。

「獨創力」：統計預測實驗中，總受測學生的全部答案出現的次數，出現比例最少的四分之一的答案最高給三分，出現次數最多的四分之一的答案則給 0 分。若是答案不在統計表中且具有創意者，則給四分給分。

本測驗以威廉斯創造思考測驗為效標，得到「流暢力」、「變通力」及「獨創力」三個評分項目的相關係數為 0.41、0.62 及 0.59，皆達 0.05 以上的顯著標準。

四、生物科學學習興趣量表

研究者將學生在生物科上課的學習情況，分為五個向度來研究其學習興

趣。這五個向度分別為：「對生物課程內容的喜好」、「對生物課上課方式的偏好」、「應用程度」、「對自然觀察的偏好」、「對自然觀察的偏好」。每個向度的題目數量分別有 8、8、2、5、6 題，總計 29 題。每個題目的度量單位為：「非常符合」、「符合」、「不符合」、「完全不符合」等四個選項。（見附錄四）

五、課程感想問卷

研究者根據各個 CPS 分階段訓練教材以及六個階段的統整教材，編寫課程感想問卷，以得知學生對此上課方式的想法，以及對 CPS 能力應用的情形，並作為修正教材及教法時的參考。（見附錄五）

第四節 研究實施程序及方法

本研究的工作時間橫跨兩個年度，第一年度的研究工作重點在準備實驗前的教材及工具，而第二年的研究工作重點則在主要的實驗操作及分析。大致上由可分為三個階段。

一、研究進行流程

（一）開發實驗教材及工具

第一年的研究工作，除了繼續收集相關資料、研讀參考文獻之外，並著手開發 CPS 各個階段的融入教材、生物科態度量表、及開放性問題測驗等研究工具。本年度的工作可以區分為上下學期兩個階段，在上學期的工作主要為開發並修正教材。研究者隨著教學進度開發生物科各個階段 CPS 訓練教材，並以此年度的一年級學生為對象，進行預試，再根據學生的反應及研究者本身教學時所發現的問題，與指導教授討論並作修正，此階段的工作時間是由 89 年 9 月進行至 90 年 2 月。下學期由 90 年 3 月開始製做生物科學習態度量表、及開放性問題測驗等研究工具，另外，針對上學期所開發的生物科融入式 CPS 各個階段訓練教材中的科學概念編製認知測驗。

（二）操作實驗

第二年度開始正式操作實驗，此年度的研究工作也分為上下學期兩個階段進行。上學期一開學，即在研究者任教班級中抽取實驗組及對照組學生，分別對實驗學生做各種工具的前測，包括：威廉斯創造思考活動測驗，科學概念評量，開放性問題，及生物科學習興趣量表等四種測驗。在進行分組之後，實驗組開始進行 CPS 各階段融入生物科教材的實驗操作，而對照組學生則以傳統上課方式進行生物科課程。本研究所設計的 CPS 分階段訓練課程會

分散在整個學期的生物課程之間。整個實驗操作時間由 90 年 9 月到 91 年 2 月之間。最後在完成 CPS 訓練課程後，再做前述五種測驗工具的後測。同時，為了瞭解學生對 CPS 課程的感想，實驗組學生另外填寫 CPS 課程感想問卷，並由研究者針對問卷回答情形中，最豐富及最不豐富的幾位學生做非正式晤談，以進一步探索學生探索對 CPS 的觀感為何。

（三）分析資料

第二年度下學期先整理上學期所得的資料，開始進行分析資料的工作。同時也持續進行文獻整理的工作，此階段的研究時間由 91 年 2 月至 91 年 6 月。整個研究工作的流程圖如圖 3.1 所示。

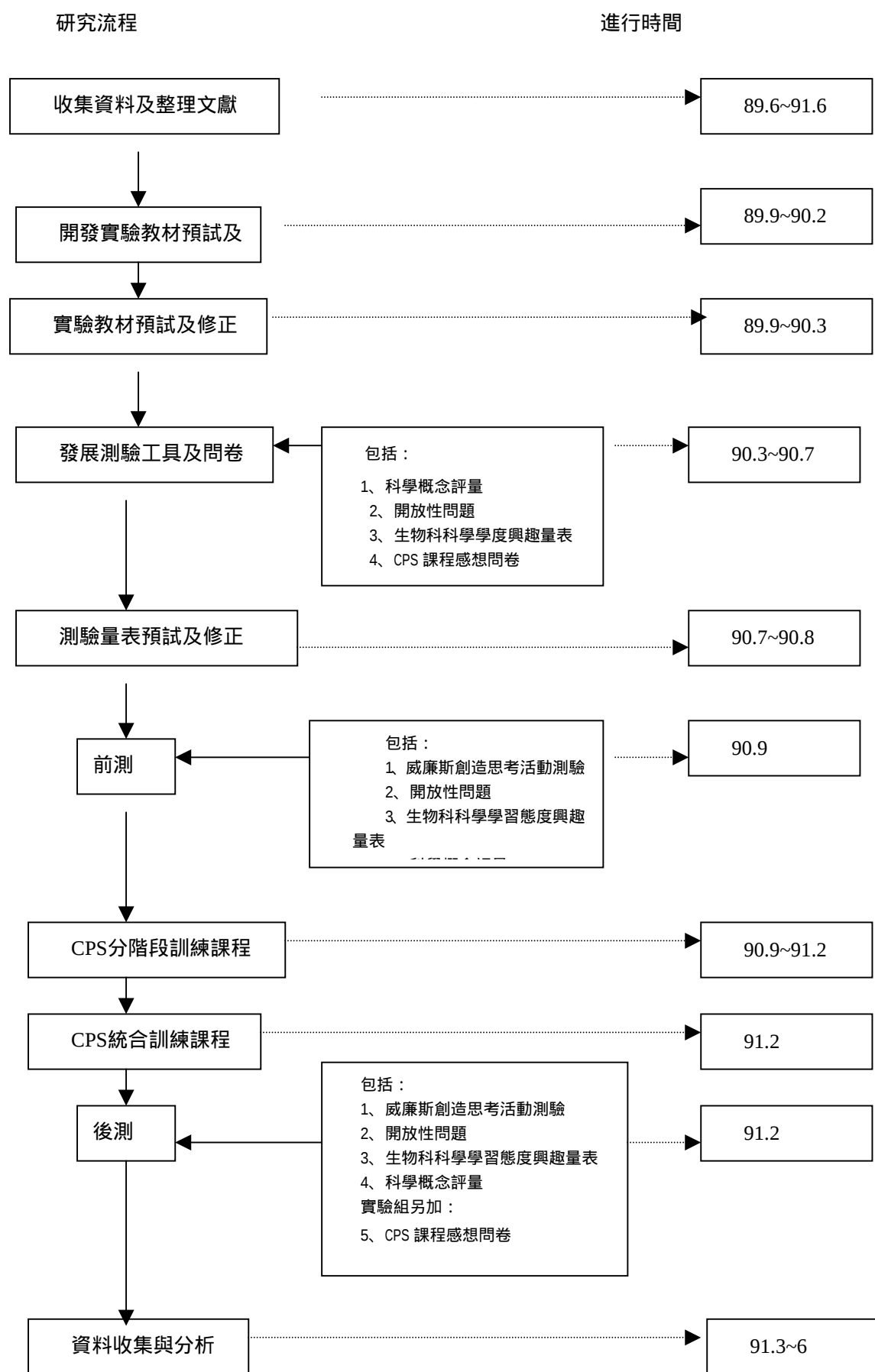


圖 3.1 研究流程與進行時間

二、施教方法和過程

實驗組學生在經過前測及分組後，即隨著本學期的生物科教學進度上課。第一次上 CPS 訓練教材時，必須先向學生說明此教材的意義，以及為何要訓練學生的創造思考能力，以激發學生的學習動機，並提高學生的配合度。在分組之後，要向學生說明小組討論時應該要遵守的規則，發表意見時應該要注意到的要點，以及評量各種想法應注意的態度。

每一個 CPS 分階段的訓練，在經過說明、講解、或者實際操作之後，學生都會經過下列三個腦力激盪的階段：自己想點子、發表個人點子傾聽別人的點子、自己思考腦力再激發等三個階段，此三個階段中所激發的新點子都要紀錄在學習單上，此三個階段所需的時間原則是 5 分鐘、10 分鐘、5 分鐘，但是教師要依據當時學生的表現而斟酌所需時間的長短。必要時，得增加或減短時間。例如，剛開始時，學生會在自己思考的時間失去耐心，就要減短自己思考的時間，以免學生失去興趣及耐心，但是此段時間也不能太短，要留給學生一些思考、等待激發並訓練其忍受的能力的時間。

在教學過程中，除了以具體的融入式 CPS 教材激發學生的創造思考能力之外，還要注意培養一個容許並鼓勵學生發揮創造思考能力的環境及個人特質。例如，在師生討論的過程中，要避免過早批評學生的意見，要鼓勵學生有耐心地等待最好的、最有創意的想法；一但出現好的、很有創意的想法，就要給予立即的正面鼓勵，使學生能即時得到獎賞，並進一步加強其創造力思考的傾向。Sternberg (1996) 在 *How to Develop Student Creativity* 一書中，即詳細地說明了教師在培養學生創造力時應有的 25 種策略，包括「允許一些時間作創造性的思考」、「指導及評估創造力」、「獎勵創意的點子及產品」、「鼓勵合理的冒險」、「容忍模糊不清的曖昧期」、「允許犯錯」、「確認及克服障礙」、「鼓勵創造性的合作」、「延遲滿足感」、「尋找刺激」、「尋找有刺激性的環境」等等技巧。

第五節 資料收集與分析

本節將說明本研究資料的收集和資料分析的方法，分別說明如下：

一、資料收集

本研究分析的資料包括紙筆測驗、問卷、個人創作作品、個人學習過程歷程檔案、及非正式晤談

(一)紙筆測驗：共分以下數種

- 1、教材相關科學概念知識測驗
- 2、威廉斯思考創造測驗：包括「流暢力」、「開放性」、「變通力」、「獨創力」及「標題」等五個向度。
- 3、開放式問題：包括兩個想像式的開放式問題。評分方面，則分別有「流暢力」、「變通力」、「獨創力」三個向度的分數。

(二)問卷：有以下兩種

- 1、CPS 課程感想問卷：包括「CPS 各階段訓練感想」、「腦力激盪時間」、「小組討論時間」、「CPS 對生物科學學習的幫助」及「CPS 訓練在日常生活上的應用」等五項。
- 2、生物科態度量表：包括有「對生物課程內容的喜好程度」、「對生物課上課方式的偏好」、「應用程度」、「對自然觀察的偏好」及「對動手操作的偏好」等五個向度。

(三)個人創作作品：包括在課程訓練過程中所做的「正片後像圖卡」及「任務解決設計報告」。

(四)個人學習過程歷程檔案：包括在 CPS 訓練過程中，所有的活動單及腦力激盪的成果記錄。

(五)非正式晤談：在訓練期間，研究者在課餘與學生討論活動及心得感想時，所做的晤談及晤談記錄。

二、資料分析

本研究的資料分析主要著重在紙筆測驗與問卷結果的探討。至於，個人創作作品、學習歷程檔案及非正式晤談的紀錄則作為測驗及問卷結果的佐證資料。各項測驗及問卷的分析方法詳述如下：

(一)紙筆測驗分析

1、教材相關科學知識測驗

根據生物科科學概念編寫選擇題 15 題，在實施 CPS 教學之前，實驗組與對照組先實施科學概念的前測；在整個學期的 CPS 教學活動結束之後再對實驗組與對照組學生實施後測，根據兩組學生的前後測答題情形，以統計工具比較兩組學生在生物科科學概念方面的學習情況。

2、威廉斯創造思考測驗

本測驗為 12 個未完成的刺激圖形，依據受測者所完成的圖形來評分，可以評斷出「流暢力」、「開放性」、「變通力」、「獨創力」、「精密力」、「標題」等六項分數。各項分數評分的方法為如下：

「流暢力」：完成一個圖形即得一分，滿分 12 分；「開放性」依據刺激圖形與完成圖形的相關位置來評分，每個圖形最高 3 分，滿分 36 分。

「變通力」：先將受測者所完成的圖形依據圖形物體或圖形所表達的情境分類，再根據種類數目來評分，12 個刺激圖形最多 12 種類別，滿分 12 分。

「獨創力」：依據受測者所繪圖形的物體或情境在總受測人數中出現的比例來評分，出現比例在 49% 以上為 0 分，在 49%~2% 為 1 分，出現比例小於 2% 的圖形可得 2 分，不在評分範例中，且具有創意的完成圖形可得 3 分，滿分 36 分。「精密力」是依據刺激圖形與完成圖形的位置與對稱方式評分，最低 0 分，最高 3 分，滿分 36 分。

「標題」：根據受測者對完成圖形命名的精緻程度來評分，最低 0 分，最高 3 分，滿分 36 分。

3、開放性問題

目前一些評量學生創造力的測驗，都會考量學生在「流暢力」、「變通力」及「獨創力」等項目的分數。如：威廉斯的創造思考測驗，Torrance 的創造思考測驗。本研究所用的「威廉斯創造思考測驗」工具主要在檢測學生對圖形刺激的創造力表現，而在文字刺激的創造力表現面向上，只有「標題」一個測驗向度。因此本研究另外開發兩個開放性問題以測驗學生的語意轉換創造能力。

此開放性問題的評分方式，則依據學生的答案有「流暢力」、「變通力」及「獨創力」三個評分項目。

「流暢力」：每一個有效答案給一分。

「變通力」：先收集試測學生回答此問題的答案，將所得的答案分類並編碼如下表。將受測者的答案對應代碼，每一種答案類型給一分。

「獨創力」：統計預測實驗中，總受測學生的全部答案出現的次數，出現比例最少的四分之一的答案最高給三分，出現次數最多的四分之一的答案則

給 0 分。若是答案不在統計表中且具有創意者，則給四分給分。範例如下表 3-5-1。

表 3-5-1：開放性問題答案分類範例

代碼	類型	答案種類
F	食物	拿來吃、給動物吃、當誘餌、炒菜、配紅豆湯
E	食品加工	搾油、做成花生醬、花生粉、花生糖、泡茶
S	商品	拿去賣、跟別人交換其他東西、送給別人、
C	飾品	做成耳環、手機吊飾、排出圖畫
X	其他工具	做成煙灰缸、小船、風鈴、按摩粒、
T	玩具或武器	拿來丟人、當成彈珠、比誰丟得遠、○×遊戲、用力丟可洩恨、撿來撿去做運動
A	學術研究	拿來觀察、用顯微鏡看細胞、測花生熱量
P	繁殖	拿去種、種出更多花生
H	肥料	擣碎埋在土裡當肥料、不理它讓它爛掉當肥料
B	祭典儀式	做成小人用針刺或下詛咒
D	燃料	拿來燒、發光發熱
I	填充物	填入枕頭、填充娃娃
O	靜物	當作素描或照相的對象

「獨創力」計分：

此部分以預測學生之答案為分析的基礎依據。在學生的 1016 個答案中，統計每個答案出現的次數，及在總答案數中所佔的比例。各個答案依下列比例計分：

0 分：出現比例在 5%以上

1 分：出現比例在 2~4.99%之間

2 分：出現比例在 1.99~0.5%之間

3 分：出現比例在 0.49 %以下

所得的開放性問題答案獨創性給分範例見表 3-5-2。

表 3-5-2：開放性問題答案獨創性給分範例

代碼	類型	答案種類	出現總數	出現比例%	分數
F	食物	拿來吃、給別人吃	115	11.32	0
		給動物吃、	44	4.33	1
		當誘餌、	18	1.77	2
		炒菜、做小菜	28	2.76	1
		配紅豆湯	18	1.77	2
E	食品加工	搾油、	43	4.23	1
		做成花生醬、花生粉、花生糖	51	5.02	0
		做成飲料、花生汁、泡茶	27	2.66	1
		做麵包、蛋糕、土司、麵	10	0.98	2
		醃菜	1	0.10	3
		做冰淇淋	24	2.36	2
		花生乾、花生仁	12	1.18	3
		土豆麵筋	1	0.10	3
		下毒	2	0.20	2
		加工	8	0.79	2
	商品	拿去賣、	17	1.67	2
		跟別人交換其他東西、	1	0.10	3
		送給別人、	18	1.77	2
C	飾品	做成耳環、耳環、項鍊	29	2.85	1
		吊飾、	29	2.85	1
		做成佛珠	2	0.20	3
		排出圖畫	43	4.23	1
X	製成工藝用品或工具	做成煙灰缸、	3	0.30	3
		小船、車子	3	0.30	3
		風鈴、	3	0.30	3
		按摩粒、	6	0.59	2
		做成盲人的摸板	1	0.10	3
		做衣服	3	0.30	3
		做成家具	4	0.39	3
		做電燈	1	0.10	3
		做成工藝品	46	4.53	1
T	玩	拿來丟人、	40	3.94	1

	具 或 武器	當成彈珠、	22	2.17	1
		比誰丟得遠、	2	0.20	3
		○×遊戲、	144	14.17	0
		用力丟可洩恨、	15	1.48	2
		撿來撿去做運動	2	0.20	3
		做樂器	3	0.30	3
		數來數去做算數	8	0.79	2
A	學 術 研 究	拿來觀察、	48	4.72	1
		用顯微鏡看細胞、	9	0.89	2
		測花生熱量	2	0.20	3
P	繁殖	拿去種、	51	5.02	0
H	肥料	搗碎埋在土裡當肥料、不理它 讓它爛掉當肥料	22	2.17	1
D	燃料	拿來燒、發光發熱	11	1.08	2
I	填充物	填入枕頭、填充娃娃	18	1.77	2
O	靜 物	當作素描或照相的對象	7	0.69	2
		觀賞用	1	0.10	3
不明 用途 不予 計分		古董 衣夾 塗在臉上 丟掉、不理它 收藏起來、冰凍起來		100.00	0

(二)問卷分析

1、生物科學習態度量表

以統計方法分析實驗組及對照組學生在前後測所得分數，並比較其差異。同時因為，學生的科學創造力需要以科學概念及科學技巧為基礎，科學概念

較差的學生，能在教學過程中較容易受到挫折，而科學概念較高的學生也可能會有不一樣的學習觀感。因此，另外以實驗組及對照組學生的學期生物科成績為依據，分為高低成就組，並比較高低成就組學生在生物科學習態度量表上的表現。

此量表共有五個向度分別評量學生在「對生物課程內容的喜好」、「對生物課上課方式的偏好」、「應用程度」、「對自然觀察的偏好」及「對動手操作的偏好」。五個向度的題目分別有 8, 8, 2, 5, 6 題，每個題目的量尺有四個，分別為「完全同意」、「同意」、「不同意」及「完全不同意」等四個量度。正向題的給分方式為「完全同意」4 分、「同意」3 分、「不同意」2 分、及「完全不同意」1 分。反向題給分方式則相反，為「完全同意」1 分、「同意」2 分、「不同意」3 分、及「完全不同意」4 分。因此，受測者所得成績越高，則在此向度上的表現越趨於正向表現。受測成績最高為 116 分。

2、CPS 課程感想問卷

統計各個 CPS 分階段教材及統整教材對受測者較有幫助的人數，以得知學生較能接受並獲益的教材型式及教材種類。進而，分析在生物科教材鍾何種概念較能幫助學生發展其創造力。

針對學生所回答的感想，再對照學生在概念認知測驗上的表現，及生物科學習態度量表前後測所得的結果，推測 CPS 課程對學生的獨立思考能力，生物科學習態度，及創造力及科學知識應用能力的助益。

(三)個人歷程檔案分析

實驗組學生在整個 CPS 訓練教學的過程中，每一個單元都有自己的一張腦力激盪紀錄單，再加上部分單元的作品，還有統整訓練的問題解決課程，學生都有自己的工作完成紀錄及最後的報告。研究者將每位學生的工作單、作品、及報告書都依照時間順序收集起來，再加上各種測驗的前測及後測資料，座城美個學生的學習歷程檔案。

因為此檔案的資料內容是依照時間順序排列，因此我們可以比較，學生在 cps 訓練前期，中期，及後期等不同時期所激發的想法數量，菁緻程度，及其是否具有科學概念及技能的基礎。研究者也可以再進一步分析，在不同時期，實驗組學生所學到的創造思考能力是否能應用展現在其作品或活動單上。

歷程檔案分析的結果，將可對應到量表工具的量的分析結果。也可用來進一步探討學生在這一學期中，其創造思考能力的發展情形；也可找出創造思考能力的進步表現較差的學生，他們在學習的過程中與表現較優異學生的差異。

(四)晤談資料分析

在訓練期間，研究者會隨時收集在課餘與學生討論活動及心得感想時所做的晤談及晤談記錄。這些紀錄可用來對應學生在生物科學習態度量表上的表現，也可用來應證學生對 CPS 的課程感想。在晤談的內容中，尚包括其他同學的批評及意見對學生的影響，教師教學的態度對學生的影響，學生對生物科科學概念的感想。將可用來討論「環境」、「個人特質」、「教師教學態度」、「科學課程」等等條件對於學生的創造思考能力的影響。