

國立台灣師範大學生命科學系 碩士論文

教師在過程性概念與物質性概念上的
教學表徵之比較研究

**A Study on Teachers' Instructional
Representations of Process and Matter
Concepts**

研究生：簡芊卉

Chien-Hui Chien

指導教授：林陳涌博士

Chen-Yung Lin

中華民國九十八年七月

誌 謝

「應當一無掛慮，只要凡事藉著禱告、祈求，和感謝，將你們所要的告訴 神。神所賜、出人意外的平安必在基督耶穌裏保守你們的心懷意念。」

聖經 腓立比書 4:6-7

感謝主，帶領我一直到今天。在研究所的過程中，不斷保守我，感謝主。

感謝指導教授—林陳涌老師不斷的、大力的鼓勵與肯定，讓我有繼續下去的勇氣！感謝老師平日、甚至是假日悉心的教導，並用研究室設備與資源支持我完成資料蒐集，老師的關懷與協助激勵我將來也要回饋在學生身上。感謝口試委員林曉雯老師與林秀玉老師在百忙中願意撥冗指導論文，耐心並用心的給我許多珍貴的建議，提供我不同角度的思考、開闊我的視野，在此至上衷心的謝意。

此次論文的完成，尤其感謝文中兩位個案教師。他們的教學熱忱、坦然而開闊的胸襟、認真的態度，使得研究者能蒐集到最詳盡與真實的一手資料，並獲得許多寶貴的學習經驗，僅以此論文作為兩位個案教師不怕麻煩與打擾，真誠開放他們教學世界的一些回饋，並感謝個案教師所任教學校的校長、教務主任與任課班級的導師、學生、訪談學生在研究過程中，對研究者熱情的協助與資料的提供。

二年來，一邊當老師一邊當學生，總是苦哈哈的，但感謝學校同事：茵庭老師—願意擔任我的代理導師，讓我在修課之餘不用擔心學生的大小事；感謝喬盈老師、廷威老師、小君老師、明黛老師、秀妃老師、佳慧老師、美筠老師—在我工作與唸書十分疲累、有所疏忽之時，主動提醒協助，並時常給我鼓勵與包容，讓我得以在工作之時，還能兼顧課業，真的很謝謝您們；還有給我第一屆的學生，謝謝你們的懂事與乖巧，讓老師可以少點後顧之憂，今年跟你們一起畢業了！

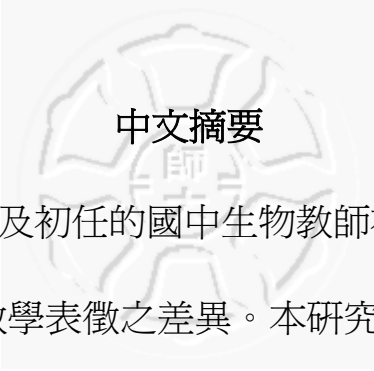
感謝研究室的夥伴：元蘋、欣昀學姊、筱羚—謝謝您們對我的提醒與鼓勵，陪我度過許多奮鬥的時光；謝謝麗蓉學姊不厭其煩的幫忙，以及家綺的協助，謝謝您們大家，A 314 裡真的很溫暖。

感謝教會的輔導與朋友，為論文的事給我加油與代禱；感謝國中死黨—在我煩悶不耐時，拉我出去玩；感謝大學麻吉彥萱—傾全力協助我英文摘要的撰寫以及在我心情不好時，當我的垃圾桶。

真誠的感謝疼愛我的父母，謝謝您們的付出與代禱，特別是接納我晚上及假日常常都在學校奮鬥沒有辦法陪您們，因您們的支持與鼓勵，讓我可以無後顧之憂的向著目標直跑。假如這算得上一點小成就的話，願與您們分享。

感謝男友義豪，在這段時間中全程的陪伴與支持，即使天氣宜人正好出遊，但仍陪我在圖書館埋頭苦幹，然後披星戴月地送我回家。謝謝你時常鼓勵與打氣，接納我的情緒、逗我開心並陪伴我面對論文中大小的挑戰，有你真好。

謝謝大家的祝福與鼓勵，我終於畢業了，願 神賜福您們平安、健康、喜樂！



中文摘要

本研究欲了解資深及初任的國中生物教師在「過程性概念」與「物質性概念」上所使用教學表徵之差異。本研究採教室觀察法，於 97 年 9 月至 98 年 3 月進入現場觀察並錄影錄音，收集教師教學資料，並透過焦點團體訪談，蒐集學生的觀點。研究結果如下：1.不同本體概念的教學：兩位教師在圖表說明、問答、討論、示範、類比、舉例上差異較明顯。2.資深教師在「過程性概念」常使用動態板書、生活經驗舉例、主題分組討論、多元類比與強調特性的方式幫助學生理解過程性概念。3.資深教師在「物質性概念」使用靜態板書、生活經驗舉例、類比的方式，並結合過程性概念統整說明。4.初任教師在兩種不同屬性概念之教學表徵差異較不明顯，傾向使用表格、綱要的靜態板書、引用課本圖片及課文學例，有時採用物質性用語來說明過程性概念。5.於過程性概念上，學生認為透過動態板書、生活舉例、示範可加深印象。6.於物質性概念上，學生認為靜態版書標明物質構造部位，利用表格總整理，可使觀念清晰易懂。本研究建議教師在不同本體屬性的概念上應採用不同的教學表徵與語言；建立動態板書的模式；提供初任教師觀摩資深教師教學的機會，以加速成長；最後，從概念本體屬性的觀點進行教學改良。

關鍵字：本體論、資深教師、初任教師、教學表徵

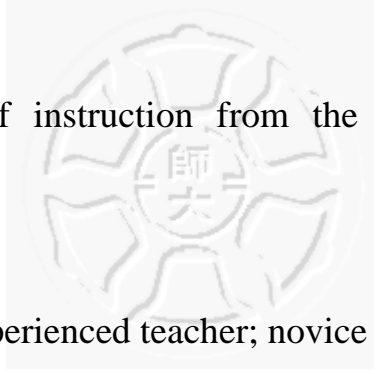
Abstract

This study was attempted to understand how experienced and novice teachers differ in their uses of instructional representations between process concepts and matter concepts. Classroom observation was the principal method used in collecting teaching data. And in order to explore the students' viewpoints, the focus group interview was used. The findings are as below :

1. In different ontological of concepts : Teachers had difference in illustration, question-answer, demonstration, analogy and exemplifying.
2. Experienced teacher often used dynamic blackboard-notes, everyday experience, team discussion, analogy in different ways and emphasizing characteristics to enhance students comprehension for process concepts.
3. Experienced teacher used static blackboard-notes, everyday experience, analogy and integrating process concepts in teaching matter concepts.
4. Novice teacher had no apparent difference in instructional representations for two kinds of concepts. He mainly used tables, outlines as blackboard-note and quoted pictures and examples from the textbook. Sometimes he also used material terms to explain process concepts.
5. Students like to learn process concepts with dynamic blackboard-notes, and feel like everyday experience and analogy can make deep impressions.
6. Students also rely on teacher's static blackboard-notes for labeling structure. Using tables can help clear the concepts.

The study suggests that teachers should take different kinds of instructional representations, language in different ontological concepts; Construct dynamic-blackboard-notes process model; Provide chances for novice teachers to watch experienced teachers' teaching; in the end,


taking improvement of instruction from the view point of concept ontology.



Keyword: ontology; experienced teacher; novice teacher; instructional representation

目 錄

第一章 緒論	1
第一節 研究背景與重要性.....	1
第二節 研究目的與問題.....	3
第三節 名詞解釋.....	4
第四節 研究限制.....	7
第二章 文獻探討	8
第一節 生物學概念的分類	8
第二節 教學表徵.....	21
第三節 資深與初任教師教學表現之比較.....	34
第三章 研究方法	42
第一節 研究設計與架構.....	42
第二節 研究情境.....	47
第三節 資料蒐集.....	50
第四節 資料分析.....	59
第四章 研究結果與討論	67
第一節 資深與初任教師一般教學表現的比較.....	67
第二節 資深與初任教師在過程性概念上教學表徵的比較.....	79
第三節 資深與初任教師在物質性概念上教學表徵的比較.....	110



第四節 學生對教師教學表徵的覺知	124
第五章 結論與建議	141
第一節 結論.....	141
第二節 建議.....	145
第三節 未來研究方向.....	147
參考文獻	148
一、中文文獻.....	143
二、英文文獻.....	151

表目錄

表 2-1-1：初任教師與資深教師教學表現之比較.....	41
表 3-3-1：教師觀察內容紀錄表.....	53
表 3-3-1：教師觀察內容紀錄表(續).....	54
表 3-3-2：學生焦點團體之學生組成.....	58
表 3-3-3：甲組觀看教學影片順序.....	58
表 3-3-4：乙組觀看教學影片順序.....	58
表 3-3-5：引用資料代碼.....	59
表 3-4-1：過程性概念與物質性概念主題表.....	66
表 4-2-1：資深教師與初任教師過程性概念的教學表徵統計表.....	81
表 4-2-2：二位個案教師在光合作用單元使用之教學表徵統計表.....	94
表 4-2-3：A（資深）教師在光合作用單元之教學流程說明表.....	96
表 4-2-4：B（初任）教師在光合作用單元之教學流程說明表.....	97
表 4-2-5：二位個案教師在過程性概念的教學表徵比較表.....	109
表 4-3-1：資深教師與初任教師物質性概念的教學表徵統計表.....	111
表 4-3-2：二位個案教師在花的構造單元使用的教學表徵統計表.....	118
表 4-3-3：A（資深）教師在花的構造單元之教學流程說明表.....	118
表 4-3-4：B（初任）教師在花的構造單元之教學流程說明表.....	120

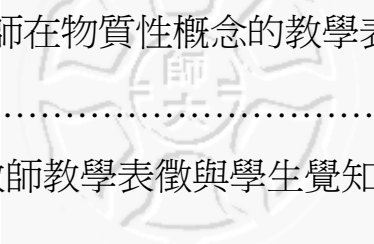


表 4-3-6：二位個案教師在物質性概念的教學表徵與解說特性比較表
.....123

表 4-4-1：A（資深）教師教學表徵與學生覺知之教學表徵比較表.125

表 4-4-2：B（初任）教師教學表徵與學生覺知之教學表徵比較表.126

圖目錄

圖 2-1-1：本體樹的組織架構.....	12
圖 2-2-1：教學表徵的修改或創新歷程.....	25
圖 2-2-2：教學表徵分類架構.....	29
圖 2-2-3：生物課教室口語形式的分類架構.....	33
圖 3-1-1：研究架構圖.....	43
圖 3-1-2：研究流程圖.....	46
圖 3-4-1：教學行為觀察架構圖.....	61
圖 3-4-2：口語表徵觀察架構圖.....	63
圖 4-1-1：動態板書之解說、文字與圖表的關係.....	72
圖 4-1-2：A (資深) 教師分組討論座位示意圖.....	76
圖 4-2-1：A (資深) 教師教學實況一年輪形成之黑板呈現.....	84
圖 4-2-2：A (資深) 教師年輪形成之黑板示意圖.....	84
圖 4-2-3：B (初任) 教師教學實況一年輪形成之黑板呈現.....	86
圖 4-2-4：B (初任) 教師年輪形成之黑板示意圖.....	86
圖 4-3-1：A (資深) 教師教學實況－花的構造之黑板呈現.....	113
圖 4-3-2：B (初任) 教師教學實況－神經系統之黑板呈現.....	114



第一章 緒論

本章在描述研究背景、重要性、目的與研究問題。首先介紹研究背景與重要性、研究目的與問題，進而說明本研究涉及之名詞釋義，最後討論研究限制。

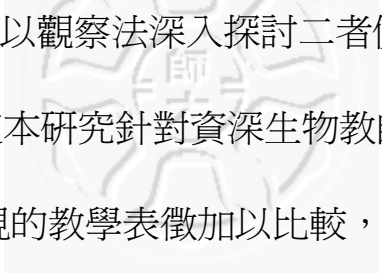
第一節 研究背景與重要性

進行科學教育的過程中，教師佔有很重要的地位。教師除須備有正確廣泛的學科知識內涵，更必須將所知配合教學知識，運用適合的教學表徵，將學科知識轉化為學生所能了解的形式，使學生能統整、完整、清楚習得一系列的知識內容。生物學給人的印象常是生物現象與事實片段的組合，但就生物學的知識而言，其具有整合 (intergration)、龐大 (vastness)、範圍不明確 (fuzzy edges)、獨一無二 (uniqueness)、擁有多重次領域 (subdomains) 等不易了解特性，讓教師在教學上面對更大的挑戰 (Fisher, 2000)。Fisher (2000) 指出，生物概念可以分成兩大部分：物質 (matter) 概念和過程 (process) 概念。物質性的概念因是分別獨立的概念，對學生而言較容易接受；過程性的知識因牽涉交互作用且有時間因素，學生學習較為困難。尤其不同屬性的知識，若用相同的概念來學習，則會造成學

習的混亂 (Chi, 1994)。Barak 等人 (1999) 發現，教師必須覺察到生物概念不同的屬性類別，在教學時應強調概念本質的特性，才能讓學生掌握概念的完整性。

教師在教學初期經常困擾於不知如何統整學科知識與教學知識，讓學生可以適切理解。並且初任教師在概念組織上較為僵化，未注重教學策略與中心概念之間的連結，造成教學的窄化 (張賴妙理, 1998)。其在教學過程中以思考教學內容為先，再來是知覺自己的教學與學生反應，最後才是對語言的關注 (張鳳珠, 1996)，這讓初任教師在詮釋生物不同屬性的概念上，越顯困難。大部份的初任教師是在摸索過程中，靠嘗試錯誤來修正自己的教學，但 Berliner (1986) 認為藉由觀摩紀錄資深教師的實際教學表現，可做為其他教師的範例，供教師作為參考與修正、減少獨自摸索的時間。Grossman (1995) 也指出教師會在教學與反省中發展他們的專業知識，因此除了大學時期學科知識與教學訓練外，進入校園中，資深教師的實務教學經驗對初任教師的專業發展而言是非常重要的。

回顧國內相關概念本質與教學的研究，大多以量化研究加強本體概念的教學法與學生概念改變的關係。針對教師的部份，僅高惠瑾 (2005) 以質量並進的方式，觀察一理化科效能教師的教學表徵與學生學習成效關係，尚無針對生物科初任或資深教師在不同本質概念教



學方式之研究，並缺乏以觀察法深入探討二者使用教學表徵的策略與呈現差異。故此，促使本研究針對資深生物教師與初任生物教師，在不同本質概念上所呈現的教學表徵加以比較，並透過質性研究的方式，省思初任與資深教師對不同屬性的知識，在教學處理上有何不同？進而了解學生是否能覺知其差異與看法。希望藉此研究結果協助初任教師提升教學技巧、選取適合的教學表徵表達不同本質概念並減少獨自摸索的時間，以達嘉惠學生的目標。

第二節 研究目的與問題

一、研究目的

本研究在比較一位資深國中生物教師與一位初任國中生物教師，在介紹不同屬性概念所使用的教學表徵。藉由觀察二位教師在其中過程性以及物質性概念上的教學行為與口語表徵，並加以比較分析。期望能以資深教師運用教學表徵的實例，提供初任生物教師做參考。

二、研究問題

根據本研究的目的，將本研究的主要研究目的整理出下列三項：

(一) 比較資深與初任教師在「過程性概念」之整體教學表徵差

異為何？

(二) 比較資深與初任教師在「物質性概念」之整體教學表徵差

異為何？

(三) 學生對資深與初任教師在不同屬性概念使用教學表徵的

覺知為何？

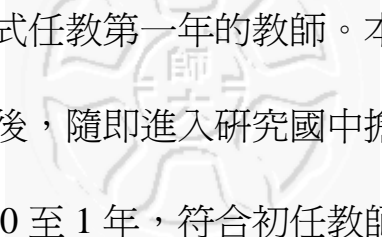
第三節 名詞解釋

一、資深教師 (experienced teacher)：

Berliner (1988) 將教育專業的發展分為五階段：初任（任教第一年）、資深初任（任教 2 至 3 年）、有能力的教師（第 3 至第 4 年）、幹練的教師（5 年經驗）及專家教師（5 年以上）（引自郭慧菊, 2003），教師任教至五年以上就邁入精熟階段，故本研究的資深教師定義為進入國民中學任教 5 年以上的教師。本研究之個案教師已任教國中生物達十年，並擔任自然科國教輔導團團員二年的教師，符合資深教師之定義。

二、初任教師 (novice teacher)：

依據 Berliner (1988) 的界定，本研究之初任教師定義為進



入國民中學正式任教第一年的教師。本研究中的個案教師於教學實習結束後，隨即進入研究國中擔任生物代課教師，正式教學年資為 0 至 1 年，符合初任教師之定義。

三、教學表徵 (instructional representations)：

Shulman (1986) 所定義的教學表徵是指教師為達教學的目的，以最佳的型態、類比、圖解、示範、解釋及家庭作業等，轉換自己的學科內容知識以傳達給學習者的呈現方式。本研究參考文獻中的表徵分類架構，並將教學表徵細分為教學行為與口語表徵兩大部份進行研究的觀察分析。

六、物質性概念 (matter concept)：

Fisher (2000) 依據 Chi (1992) 知識本體論的看法，提出生物概念可以分為物質性與過程性概念。物質性概念著重在了解構造的功能、組成、其組成物質的特性、屬性、狀態等。例如：細胞的構造與功能 (Barak, 1999)。本研究依現行國中生物上、下冊 (康軒, 2008) 包含的生物知識內容，參照文獻以及教師實際授課內容，挑選出物質性概念主題。

七、過程性概念 (process concept)：

Fisher (2000) 依據 Chi (1992) 知識本體論的看法，認為過程性概念主要在闡釋交互作用的關係，具有時間特性、順序性，包含輸入物、輸出物，受質、狀態或構造上的改變以及功能等，且通常有特定的進行條件，此種概念較複雜也較為統整。例如：光合作用 (Barak, 1999)。過程性概念因與受質、輸入物、輸出物以及構造間交互作用有關，故也包含部份物質性的概念在其中。本研究依現行國中生物上、下冊 (康軒, 2008) 包含的生物知識內容，參照文獻以及教師實際授課內容，挑選出過程性概念主題。

第四節 研究限制

本研究因限於人力、物力及時間等因素考量，因此會產生以下研究限制：

- 一、本研究採個案研究，每位教師皆有自己的教學風格與表徵方式，不宜做過度的推論、詮釋所有生物教師的教學。
- 二、本研究學校之規模龐大，處於台北都會區，故學生的家庭背景、學習程度皆有學區特性的限制，未考慮城鄉差距，不宜做過度的推論到所有學生的狀況。

三、本研究僅從七年級生物課本擷取部分的學習主題作為探討的概念，所以不宜做過度推論、詮釋所有國中生物教材的內容。

第二章 文獻探討

本研究以資深與初任教師為對象，目的於比較教師在不同類別的生物學概念上，所使用的教學表徵之差異。根據上述研究目的，本章將相關文獻分成「生物學特性與概念分類」、「教學表徵」與「初任及資深教師之比較」進行探討。在「概念特性與分類」的相關文獻中，探討生物學知識的本質與探討 Chi (1994) 所建立的本體論架構，作為本研究概念的分類方式；第二部份，回顧有關「教學表徵」的文獻，整理教學表徵的形成與發展、特性與分類以及其與學習的關係，表徵的分類將成為本研究觀察架構的參考；第三部份探討前人對初任與資深教師之比較，進而瞭解其在一般教學表現與教學表徵之差異。

第一節 生物學的概念分類

概念是個人知識體系的最小單位，與個人認知結構的建立以及學習歷程有密切的關係，本研究的內容中，所使用之概念與知識意義相通，以下分成「知識的分類」、「生物學知識的特性」、「生物學的概念分類」與「不同屬性的教材與科學學習」四部份進行說明。

一、知識的分類

2001年，Anderson 等人修訂 Bloom 認知分類為「認知歷程向度」、「知識歷程向度」。並將知識向度分成四項，分別為事實知識 (factual knowledge)、概念知識 (conceptual knowledge)、程序知識 (procedural knowledge)、後設認知知識 (metacognitive knowledge)。其中，事實知識與概念知識與本研究內容較有關係，故進一步說明。事實知識是學生學習科目或解決問題必須知道的基本元素，包括術語的知識，例如對每個學科特定的符號、術語或詞句的知識，以及特定細節和元素的知識，例如有關事件、位置、資料、資訊等個別事實的知識。而概念知識在張春興 (1996) 的定義中，認為廣義的概念是指個體對具同類屬性事物獲得的概括性單一經驗；狹義的概念是指以單一概括性的名稱或符號，用以代表具有共同屬性的一類事物的全體。可見概念知識是從較複雜、結構較大的基本元素間抽取共同功能屬性，予以分類、類別與關係而成為一類事物全體的知識。概念知識包括分類和類別的知識、原理和通則的知識、理論／模式／結構的知識等三項 (引自李坤崇, 2004)。

另外知識亦可分為觀察知識 (observational knowledge) 與理論知識 (theoretical knowledge)。按照經驗主義的觀點，要形成一個概念，首先從觀察開始，由觀察取得直接經驗，藉由經驗事實為基礎而產生概念，由此而來的知識則稱為觀察知識。而理論知識則可以是依

賴觀察的事實，透過經驗方法所取得的成果，通過歸納法得出的理論或定律，或者由科學家在尚未有觀察知識時，所假設的論點（舒煒光，1984）。以遺傳學為例，孟德爾所提出的雜交子代比例，可以經觀察而得，這屬於觀察知識；但其為解釋此現象而提出的顯隱性概念，則為理論知識。然而在教師的教學上，是否察覺不同種知識而採用不同的教學策略，則有待討論。

Lin (2003) 以生物學概念本質的觀點，將知識區分為現象知識 (phenomenal knowledge)、機制知識 (mechanic knowledge) 與實物知識 (physical knowledge)。現象知識包含了生命世界中所發生的現象，如食物鏈、生產者、消費者與分解者。機制知識則是指現象發生的機制與規則，如光合作用、呼吸作用。實物知識則是構成生命世界的粒子或分子之相關知識。一個概念中，可能包含了三種知識，而不同的知識間也有交互作用。若以上知識間具有交互作用關係，則生物教師應進行知識的統整教學而非將其分開說明。

近年在概念改變的研究領域中，Chi 等學者 (1994) 提出知識的本體分類論 (ontological categories)，將知識概念分為物質 (matter or thing)、過程 (processes)、心智狀態 (mental states) 三類，如圖 2-1-1 所示。所謂「物質」概念是指含有特定屬性 (attributes) 的物體，例如是紅色的、是有重量的。「過程」概念是指事件的發生具有序列性

與因果關係，在此類別中，包含四種概念：程序步驟、事件、系統或有限制條件的交互作用 (constraint-based interaction)。經過更深入的研究，2005 年 Chi 將過程概念劃出兩個次類別：「事件」、「步驟」、「系統」類別改為「直接過程」 (direct processes)，如人體的血液循環；「有限制的交互作用」改為「突現過程」 (emerge process)，如擴散作用。最後，「心智狀態」包含情緒、傾向等信念。每個概念依階層分類，相同的類別擁有共享的屬性；不同的類別則幾乎沒有共享的屬性，也就是類別間彼此的屬性是獨立的，所以屬性可以說是概念所具備最重要的本質。而學生對所學概念屬性的歸納是否正確，則影響其學習的效果。

她企圖以此來解釋為何學生在學習某些概念時，特別容易造成另有概念。Chi 認為學習者在學習新概念時，會將所習得的概念加以歸類，以便應運用類似的概念來類化學習。故在同一類的知識概念中，應用同種屬性概念理解，才能達到教學的目標。但當學習者在學習過程性概念時，容易傾向將之歸類於物質性概念的分類之下，例如把「電流」此一過程性概念視為物質性概念來認知，而造成學習的困難。因此，她認為學習物理的概念轉變需要具有跨越分辨本體類別的能力 (引自邱美虹, 2000)。但邱美虹 (2000) 認為，單以學科來畫分概念改變並非最佳的方式，而應以概念本質來說明較為適當，如各學科中

名詞的界定(如化合物的概念)較易學習，但若是屬於具有動態屬性的交互作用關係的概念則不易學習(如化學平衡)，然而哪些是屬於過程概念？哪些則是屬於物質概念呢？邱美虹 (2000) 認為要區分概念的類別，首先要對該學科的本質內容有所了解，再由內容的特性及研究的需求而定。

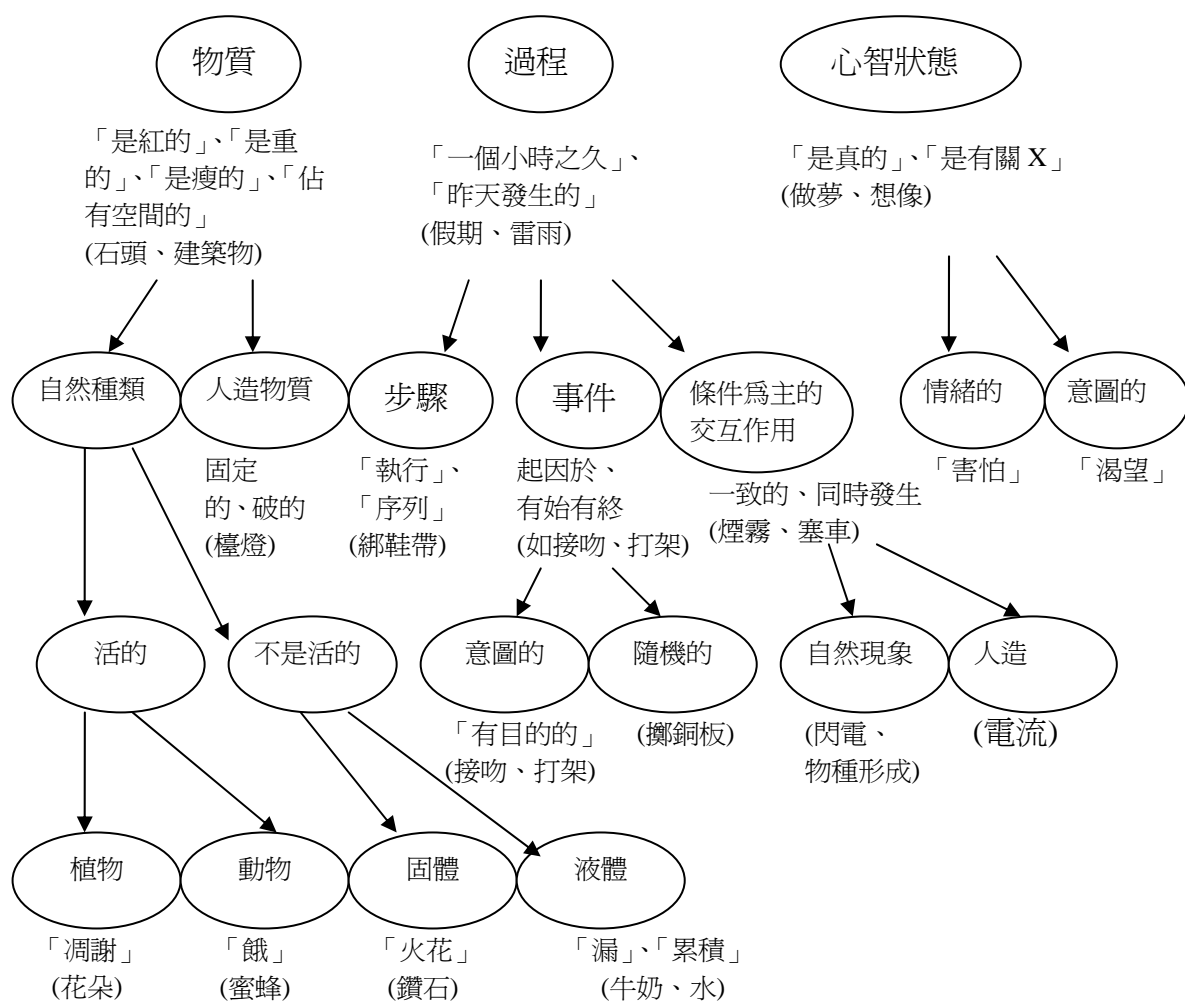


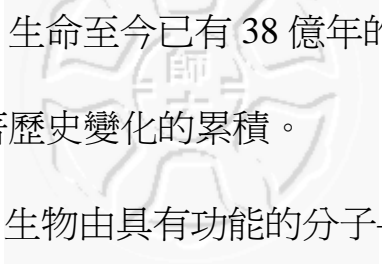
圖 2-1-1：本體樹的組織架構(Chi, 1992; 1994 修正;引自邱美虹, 1998)

二、生物學知識的特性

生物學一詞最早出現在十九世紀，研究範圍主要是自然史、植物、醫藥方面的解剖學和生理學等。然而人們常將生物學視為物理或化學的附屬子集，認為生物學的發現最終可以簡化為物理、化學的原理。例如：生物體內的分子組成(例如：水、蛋白質酵素等)，是按照物理、化學的原理來運作 (Mayr, 1982) 。但 Nagel (1961) 表示，在愈高的整合層次上，物理和化學的機制就越難完整解釋生命現象，而且許多成功的生物理論都不包括物理及化學特性，連物理學大師薛丁格 (1960) 也指明：生命的活動方法不能化約成普通的物理定律。除此之外，生物在組織系統上會出現一種特性來取代或附加於這些機械性的機制上，而這些全新的特質，無法從低層組成特性中推知，此即為生物的突現 (emergence) 性質。這告訴我們，生命最特殊的性質並非來自組成成分，而是由這些成分組成的組織、系統 (Mayr, 1997) 。

究竟讓生物學獨特之處在哪裡？為何其與物質科學大相逕庭？答案在於生命的獨特性。物質科學中的定律沒有時間及空間限制，可運用基本定律解釋或預測結果，且沒有例外；其研究對象是無生物，本身不會有功能性，也沒有目的性或終止點 (Rosenberg, 1985) 。但生物學中的規律現象，大部分不具共通性，且常有例外發生。生物學所研究的對象本身就是時間與空間的產物，且具有生命。

Mayr (1997) 認為生命具有以下特性：

- 
- (一) 演化程式：生命至今已有 38 億年的歷史，生物的所有特性都反映著歷史變化的累積。
- (二) 化學特質：生物由具有功能的分子—核酸、酵素、賀爾蒙等組成，都是無生命世界中找不到的巨分子。
- (三) 調節機制：生物體內充滿了調節與控制的機制，以維持系統的穩定，這也是無生命世界中所沒有的。
- (四) 組織化：生命體是一個複雜的次序系統，各階層的組織化，可解釋生物的調節能力、交互作用的控制和演化及發生過程的限制。
- (五) 目標系統：生物適應系統是個以胚胎發生和成體的生理、行為活動為目標的系統。
- (六) 受大小的限制：生物體積從最微小的病毒至樹木，是在有限的範圍內。由於細胞十分微小，也提供生物發生和演化的彈性。
- (七) 生命週期：生物體都會經過一完整生命週期，自受精卵至各式的胚胎或幼蟲，直到成體，每種生物的生命週期複雜程度皆不同。
- (八) 開放的系統：生命體會從外界吸取能量和物質，並排出代謝產物，並不受熱力學第二定律限制。

以上特質使生物具備一些無生命系統所缺乏的能力：演化、代謝、自我複製、生長和分化、自我調節、對環境刺激產生反應等，並生命會被生存需求所限制 (Miller, 1973)。這些特徵都使生命和無生命在本質上有根本的不同，造成生物學的知識亦有所不同。

Fisher (2000) 認為生物學知識的特性包含：

- (一) 整合 (intergration)：生物學知識包含了整合的知識網絡以及分離的知識。
- (二) 巨大 (vastness)：生物的知識至今仍在發展，知識受到內容和研究方法的影響，有些沒有明確的結構。
- (三) 界線模糊不清 (fuzzy edges)：生物學知識的邊界模糊，一如生命本身難以定義，令人困惑。
- (四) 次領域 (subdomains)：生物包含大量的次領域，分為各種學門，提出不同理論與問題。次領域可以從分子到星際之間，從現存到曾經存在過的，自陸生至水生，自自營至寄生，自超微至巨觀，自微小單細胞至巨大多細胞。大多生物學教科書與教學方式也是以次領域的方式呈現生物學的知識，這很容易使學生只知道獨立領域的知識內容，而對概念間的連結十分缺乏 (Waheed & Lucas, 1992)。

(五) 獨一無二 (uniqueness)：生物學的知識是廣泛且龐大的，高度複雜、不完整的，與物質科學的特性非常不同。

生物學包含時間領域與眾多的次領域，其深度與廣度、涉及許多交互作用的知識層面並許多肉眼不能見之關鍵過程，都讓生物學成爲特別難教與難學的一門學問。

三、生物學的概念分類

若以本體分類論的觀點，對生物學概念進行分類又是如何？

Fisher (2000)在 ” Mapping the Biology Knowledge ” 一書中，根據 Chi 的論點來看待具高度複雜性的生物學內容，他認爲物體的屬性、狀態屬於物質性概念；事件則屬於過程性概念。過程性知識中有一些必要的因子，包括：所在位置、催化劑、反應物、生成物、受質、狀態或構造上的改變、時間順序性以及功能等。

Barak (1999) 也依據本體分類論爲生物概念做「物質性」與「過程性」的區分。他認爲：

(一) 物質 (matter) 概念：

含有特定屬性、狀態，在生物學的範圍中，通常是指某個構造、組成或分類，可由物質策略學習，如細胞的構造、血液的成分等。

(二) 過程 (process) 概念

過程概念是含有時間性和空間性的事件概念，具有交互作用下的限制。過程概念可細分為四種生物交互作用：

1. 單一過程中的相互關係 (interrelations within a biological process)

僅牽涉單一過程的相互關係，如光合作用。

2. 過程間的相互關係 (interrelations between processes)

牽涉過程間的相互關係，如無氧呼吸與有氧呼吸之間的相互關係

3. 過程與一般生物現象的相互關係 (interrelations between processes and general biological phenomena)。

涉及過程與生物現象的交互關係，如代謝作用與體溫調節之間的關係。

4. 一般生物現象與科學理論架構的相互關係 (interrelations between a general biological phenomena and scientific theoretical frameworks)。

涉及一般生物現象與理論間的交互關係，如細胞繁殖與熱力學定律的相互關係。

以上過程性概念的定義，多著重在時間順序、步驟、事件以及相互關係上，另外生物體的功能也被 Fisher (2000) 納入過程性概念中。一如邱美虹 (2000) 提出，概念的分類應取決於彼此之間所存在的特

性及研究的需求，因此本研究將綜合前述文獻對物質性與過程性概念的定義及前人研究中所提出的典型例子，作為研究主題的分類依據，對欲觀察的生物課程主題概念加以分類。而因文獻對功能的分類尚無統一說法，故在教材中出現與功能相關之課程內容，皆不納入研究範圍。

四、不同屬性的教材與與科學學習

科學家透過本體分類論，企圖解決學生迷思概念造成的學習困難。Slotta 和 Chi (1996) 進行實證研究時發現，若先直接進行本體分類的屬性(例如：突現過程)教學，將有助於學生接下來學習的這一類屬性概念。其研究方法為先讓學習者利用氣體擴散的電腦教學模組學習，建立「突現過程」的類別，再檢測學生學習電流概念的成果。研究顯示，若先進行突現過程的類別訓練，則可使具有相同突現過程類別的電流概念學習效果有所改善。表示學生若將某一概念與特定的屬性類別相連結，他會嘗試以此來理解接下來的教學。若連結配對錯誤，將形成深刻的另有概念。

黃佳杏 (2007) 對生物恆定性概念改變研究中亦發現，若讓學生先進行強調屬性的多媒體教學，則有助學生在生物恆定性概念以及概念屬性的學習。意即透過強調屬性的教學後，有助建立正確的概念屬性類別架構，而發生學習遷移，使學生有較佳的學習成效。所以教學

前教師可先提供屬性類別的指導，協助學生先建立類別基模，將有助於學習接下來相同的屬性類別概念。

另外，高惠瑾 (2005) 觀察一位效能科學教師在不同屬性概念上的教學表徵與學生學習的關係，發現個案教師在自認學生較難理解之概念上會增加教學表徵的種類與次數，並且使用動態表徵時(包括角色扮演、解決生活問題、示範實驗、類比)，其教學表現對學生學習成效有顯著的影響。

Barak 等人 (1999) 針對學生生物性過程的理解進行研究，他們要求學生解釋所了解的生物過程性概念，如光合作用，透過學生回答的詞語中的關鍵動詞和所繪製的心智圖來判斷學生的概念屬性。研究發現學生傾向用物質性概念屬性的思考來解釋過程性概念時，表達常是線性且侷限的；若以過程性概念為出發點來闡述，則反應出層次性、整體性、多元性與連結性。研究結果強調，如果教師或學生使用物質性概念的語言來說明過程性概念時，將會限制學習者對生物學本質—動態性、演繹性、生物過程與現象間相互關係的連貫性之認識。故此，教師必須覺察到生物概念不同的屬性類別，教學時應強調系統間的相互關係和系統的本質而非視為個別系統看待。

由上述可知，學生在學習科學概念時，教師的教學表徵會引導學生對屬性類別的認識與歸類，若學生獲得較完整的概念屬性引導，將

能協助其對屬性類別的正確歸類並促進學習成效。因此，本研究欲將生物學概念先依照生物學內容屬性的特性並研究的需求，區分出「物質性概念」和「過程性概念」，然後觀察教師在不同屬性概念上所呈現教學表徵的差異，並進一步了解學生對教師教學表徵的覺知。以下針對教師教學表徵的部份，再進一步探討與說明。

第二節 教學表徵

教學表徵為表徵的形式之一，本研究關注教師在不同概念上所呈現之教學表徵。為解答研究問題，本節將介紹教學表徵定義與特性，接著說明教學表徵的發展與影響因素，最後提出前人研究之科學教師教學表徵類別，期許可以找出供詳實描述教師教學表徵的方向。

一、教學表徵的定義與特性

表徵係指以東西或現象來代表心中之事物或事件，人們利用不同表徵來進行溝通活動與心靈思考上的媒介。表徵的形式包含外在表徵與內在表徵。外在表徵乃指以言語、文字、符號、圖片、具體物、活動或實際情境等形式存在的表徵。透過外在表徵，我們可以表達出自己的想法而達到與外界溝通的目的。內在表徵是指存在個人心中或腦海裡，而他人無法直接觀察的心智表徵，個體可以透過內在表徵進行想像、構思、推理等思考活動 (Hiebert & Carpenter, 1992)。

教學表徵 (instructional representations) 是指教師在教學的過程中，為使學生理解課程內容，將個人學科知識轉型傳達、呈現給學習者時所使用的表徵。形式涵蓋了教學中的隱喻、類比、圖

形說明、範例、示範、模擬、動手操作、家庭作業、教室活動及不同形式的解說 (Shulman, 1986)。在教學的過程當中，教師擔任主動溝通的角色，其必須有效的使用表徵、建立豐富的表徵資料庫，將自身已知的學科知識，適當的轉換成語言、符號、圖片、具體事物或活動等訊息做為學生概念建構的來源 (黃永和, 1997)。若以教學層面來討論教學表徵的性質，則有下列特性(林曉雯, 1994; 黃永和, 1997; Grossman, 1989)：

- (一) 教學表徵具有學科專一性：教師一定要透過學科專門知識，來形成、選擇及評鑑教學表徵，並用學科專門知識，而非個人的喜好，來判斷教學表徵是否使用恰當。因每一學科特性非完全相同，所以教師在使用教學表徵時，也要展現出學科專一性。
- (二) 表徵中教材內容及教學形式為不可分割的一體：教學表徵同時包含了教材內容與形式的呈現，形式使得學生更理解內容，而內容與形式都可能傳達一些教學設計中的訊息。
- (三) 教學表徵具可轉換性：教學內容雖然相同，但教師在考量學生心智狀態、動機、時間、環境等因素下，會以不同的形式呈現，且形式間可變化交替來使用。
- (四) 教學表徵的不完備性：每一種教學表徵都有其限制，即沒

有完美的教學表徵。教學表徵就像一把雙面劍，用它來幫助學生學習的同時，也可能誤導其學習。所以教師在使用教學表徵時，要時時提醒自身以此檢視教學，以促使教師掌握不同教學表徵的限制而有所轉換。

(五) 教學表徵的可能性：任何科學概念都可以用某些心智上的方式，有效的教給任何發展階段的兒童。換言之，若教師將學科內容轉換成適合學生的表徵模式，便能促使學生有效學習，所以教學表徵在促進學習成效上具有極大的可能性。

二、教學表徵的發展與影響因素

爲了達成教學目標，教師必須使用有效的教學表徵來轉化知識，然而教師如何形成並發展教學表徵？首先須了解教學表徵是如何產生的？Grossman (1989) 以及 McDiarmid (1989) 等學者認爲在實際的教學情境中，教師使用的教學表徵可能來自下列項目：

(一) 課程教材：包括教科書、教師指引、電腦軟體、教具、幻燈片、教學影帶以及其他教學用的補充材料等，這些材料本身就是一種教學用的表徵。

(二) 師資培育及在職進修課程：師資培育及在職進修課程，常提供各學科的教學表徵策略，另一方面也協助培養職前及在職教師創造教學表徵的能力。

(三) 學習經驗：教師本身的學習經驗，例如當初他的老師是如何教光合作用的、學習動物分類時，教師曾做過哪個令他印象深刻的活動、經過實際的體驗，這些特定內容之教學策略的記憶也成為教師形成教學表徵的來源。

(四) 創造：教師從自己對學科知識的了解、教學過程、學生回應、教學情境脈絡的經驗與想像來創造自己的教學表徵，例如設計實驗、製作學習單、設想問題與回應學生等，這些皆可能是對表徵的修正或是原創性的發明。

(五) 其他：包括了同事間的經驗分享、學術性的教育研究報告、教育性的期刊文章、教學觀摩所獲得的經驗等。

教師形成教學表徵後，仍會不斷的修正與創造，林曉雯 (1994) 研究一位具有多年教學經驗之國中生物教師的教學表徵中發現，個案教師經常進行教學表徵的調整與創新。當個案教師認為自己的教學表徵已完備時，不會引發表徵的修改與創新；而一旦發現已有的教學表徵具有不周全之處，如：無法與過去的學習經驗、生活經驗互相連結或不符合科學事實而造成學生誤解或不容易理解時，教師就會形成修改教學表徵的需要，並進一步修改與創新舊的教學表徵，見圖 2-1-1。形成新的表徵過程中，教師考量學生是否會因此產生迷思概念、學生可能的先備概念、學科特質、學

生能力、實驗教具等因素，經由多次修正、創新以行程新的表徵形式，呈現出一動態的循環發展歷程。除了教學的需要外，教師教學表徵也會因課前的準備、學生的評量結果、上課時與學生的互動、學生的反應、個案教師對自我的要求與反省而做調整，使教學表徵越來越完善（劉麗玲, 2000; 鍾瑞珍, 2001）。

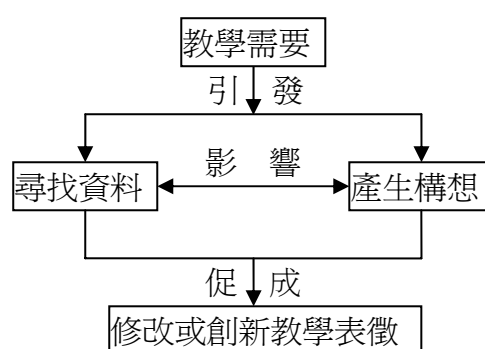


圖 2-2-1：教學表徵的修改或創新歷程

(引自林曉雯, 1994, p78)

多元表徵的來源，可豐富教師的表徵資料庫；教學的需要可促使教師研發更趨完備的教學表徵。而教學任務的成敗關鍵在於教師是否可以站在學生的角度，將學科內容轉換成適當的教學表徵，也就是教師透過學生的眼光來看待這些學科知識。若教師知道教學表徵是有效促進學生學習的方法，卻忽略在使用的同時需要成功的轉化學科知識，這樣的教學活動亦缺失去教學成效 (Ball, 1989)，所以教師如何在合理的情境脈絡中表達出最適切的教學表徵就更顯出其重要性。黃永和 (1997) 整理 McDiarmid (1989)、

Shulman (1986) 等人認為影響教師發展適切教學表徵的知識基礎如下：

- (一) 學科知識：教師對學科概念理解越深刻、越廣泛，則越能選擇、創造與使用適當且多元的教學表徵。
- (二) 教學知識：教師能有目標、有原則、有計畫、有方法的使用教學原則、方法與策略，才能引導出適當的學科教學表徵。
- (三) 學習者知識：教師在教學前，必須充分瞭解學習者的心智狀態、先備知識、學習風格、動機以及易在學習過程中產生之另有概念等，才能選擇適當的教學表徵。
- (四) 情境脈絡知識：包括所處班級、學校、社區、政治、文化等大環境思潮，甚至是學生、學校、家長對教師的期許也是影響教師呈現教學表徵的重要情境脈絡因素。

由此可知，教師從知識基礎出發，綜合課程內容、情境脈絡進行一連串의 交互作用，最終才能表現出有效的教學表徵。

三、教學表徵與學習

教學表徵是教師傳達學科專門知識的工具，而學生接受後必須能有效的學習，才可稱為良好的教學表徵。在 Ball (1988) 的研究中，發現有效的教學表徵包含了以下四點：(一) 要能正確且適當的呈現學科實質內容與本質的訊息 (二) 易被學習者所理解 (三)

要有助於學習（四）在教學情境脈絡中是合理的。這表示，除了讓學生容易理解與吸收外，仍須幫助學生能清楚、具邏輯性與統整性可表達出學科專門知識的教學表徵，才能視為有助益的教學表徵（鍾瑞珍, 2001）。然而學生是否能覺知教師的教學表徵？教學表徵與對學生學習的影響又是如何？林美淑（2004）從個案行動研究中發現，研究者初始的學科教學原貌較凌亂且無組織架構，但經歷了三次的教學改變後，學生能覺知教師教學表徵的改變與多樣化，且感受到教師的學識是豐富。教師進行教學策略與表徵的改變後，學生概念成績達顯著差異，答對率、理解程度也上升，對自己學習能力的信心增加、並能運用所學解決生活上的問題。

劉麗玲（1999）綜合學生普遍感到喜歡並且認為有助學習的教學表徵包括：故事、科學史、圖形說明、實物示範說明、類比、隱喻、諧音、生活經驗舉例、實驗示範、動手操作等。但也發現，學生對這些表徵的學習覺知雖趨於正向，但學生喜好的程度與在學習上幫助的程度有較大的差別。換言之，令學生感到有趣的教學表徵，並不一定就是最能幫助學生學習的教學表徵。那麼，何種教學表徵較能協助學生學習呢？鍾瑞珍（2001）對國中教師教學表徵與學生學習之關係的研究中得到此結論：會令學生印象深刻的教學表徵，通常是與生活緊密關聯、有趣活潑的，例如：生

活事例的類比、動手操作、教師的示範說明；但問答引導、類比、動手操作、生活事例、概念連結、圖表說明、隱喻、因果說明等八類教學表徵，雖學生未感到全部都很活潑生動，但都認為其可協助自己進行有意義的學習。

總結而言，學生能覺知教師使用的教學表徵，並因教師教學表徵的精進刺激了學生的學習動機和進而促進學生的學習成效(林美淑, 2004)。面對教學，教師的教學表徵不該只有一種，應具備豐富且多元的教學表徵資料庫，除了引起學生對學科內容的興趣外，也需因應學生的個別差異與教學情境的需求，並使用有效的教學表徵幫助進行學生有意義的學習活動(黃永和, 1997)。

四、科學教師常用的教學表徵

科學教師為讓學生習得科學知識，需運用多種不同的教學表徵來呈現教師的學科專門知識，以下列出前人觀察科學教師教學實況所歸納出之常用教學表徵。

林曉雯(1994)透過進入教學現場觀察一位資深國中生物教師的教學，建立了生物教師的教學表徵類型。其以對象主體為分類，歸納了個案教師多樣化教學表徵，包括：(一)教師為中心的教學表徵：類比、隱喻、因果、範例說明、名詞定義、圖表說明、展示說明、示範說明(二)教師與學生為中心的教學表徵：問答

引導、問題討論（三）學生為中心的教學表徵：學生操弄、模擬遊戲及家庭作業等，見圖 2-2-2。

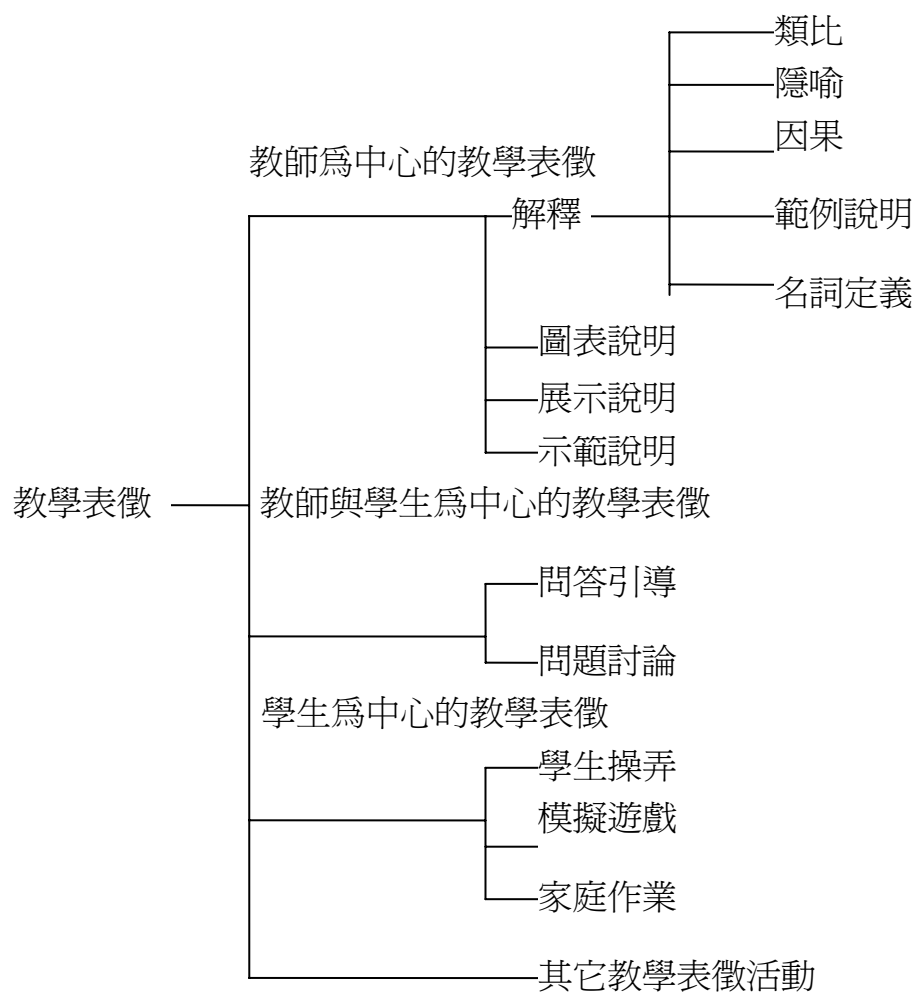


圖 2-2-2：教學表徵分類架構（引自林曉雯, 1994, p68）

鍾瑞珍 (2001) 「國中生物教師教學表徵與學生學習之關係」研究中參考林曉雯 (1994) 之觀察架構，發現個案教師的教學表徵類型有：類比，隱喻、因果說明、生活事例、名詞定義、圖表說明、示範說明。概念連結、發問問題、問答引導、動手操作與家庭作業一共十二類。其以問答引導及圖表說明為教學主軸，其他教學表徵的使用則視教材內容而決定採用何種教學表徵。另外，其研究發現，生活事例與問答引導是個案教師與學生共同認為能促進生物概念學習的兩種教學表徵。而動手操作、示範說明此類活動式的教學表徵是讓學生在學習一學期生物課以後，印象最深的教學表徵。

Lamke (1990) 學者在 *Talking science : Language, learning, and values* 一書中，提出科學教師中十數種常見的活動類別，包含：班級事項 (classroom business)、複習 (review)、實物演示 (demonstration)、引起動機 (motivation)、教師講述 (teacher exposition)、三段式對話 (triadic dialogue)、課本內容的對話 (external text dialogue)、學生發問的對話 (student-questioning dialogue)、教師－學生的辯論 (teacher-student debate)、真正的對話 (true dialogue)、交互討論 (cross-discussion)、教師總結 (teacher summary)、測驗 (testing)等。其中三段式對話是指：依照教師提

問、學生回答、教師提出對答案的評斷，連續進行的對話方式。上述活動中，與教學知識內容相關者為：複習、實物演示、引起動機、教師講述、課本內容的對話、教師總結等。課本內容對話則為三段式。對話的形式，但教師的提問或學生的答案是直接唸課文而來。

Smith 和 Meux (1970) 研究 9 年級到 12 年級的英語、社會、科學和數學課的教室口語。認為教室口語中會有一些不斷重複的結構，這些結構可以用邏輯的觀點來分析。Smith 和 Meux 將這些結構分成十三類，包括：下定義(defining)、描述 (describing)、命名 (designating)、陳述 (stating)、報告 (reporting)、代替 (substituting)、評價 (evaluating)、給意見 (opining)、分類 (classifying)、對照比較 (comparing and contrasing)、條件推論 (conditional inferring)、解釋 (explaining)、指示與管理教室 (directing and managing classroom)。其中教室口語中最常出現的是：描述、命名、解釋 (Fey, 1970)。描述是指用字詞來描述某事物。命名則是為一個具像或抽象的客體取一個名稱。解釋為設定出在某情境與條件下會發生的事件。

林芬遠 (1996) 針對國中生物課口語進行三個層次的探討，包括：教室口語的口語形式，見圖 2-2-3、教室口語的情境脈絡以

及教室口語的內涵。其又將口語內涵分為社會心理及教育兩個層面來討論。其中「幫助了解生物概念」的口語內涵包括：

- (一) 類比：用學生比較熟悉的事物、現象和愈說明的概念來做對照，以說明新的概念。
- (二) 定義名詞：用一些學生以了解的辭彙，來說明新的名詞是什麼。
- (三) 已知概念再舉例：有兩種，一種是學生已知道的概念，再舉出屬於這個概念的例子，但並不進一步說明這些例子。另一種是舉出屬於某個概念的例子，來說明、解釋此概念。
- (四) 說明因果關係：說明某些原因造成了某種結果，來解釋一個概念為什麼會發生。
- (五) 敘述過程：敘述過程有兩種，一種是藉由敘述某些現象、概念的發生過程來說明此概念；另一種是藉由敘述科學發現的過程中，獲得生物知識的特定過程、方法，來說明生物概念。
- (六) 說明目的：說明一個現象；概念具有什麼功能，或具有什麼特別的目的。
- (七) 比較概念：將兩個以上的概念拿來做比較、對照。

另外，「幫助了解實驗」的口語內涵則包含：敘述實驗步驟及

說明實驗步驟的目的。

上述各學者因關注的焦點不同，而將所觀察到的教學表徵做了不同的分類，但可以發現，教師的口語解說部份含有最多元的教學表徵，而其他部分則可歸納為教師的教學行為所呈現的教學表徵。故本研究將教學表徵分為教學表徵與口語表徵兩個類別，再參考林芬遠 (1996)、林曉雯 (1994)、Lamak (1990)、Smith 和 Meux (1970) 之表徵分類，形成本研究欲觀察個案教師之教學表徵架構表。

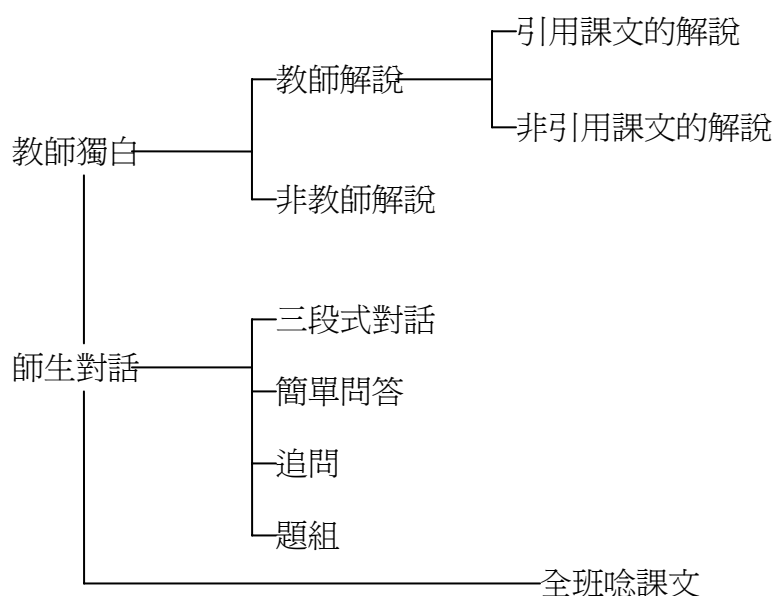


圖 2-2-3：生物課教室口語形式的分類架構

(引自林芬遠, 1996, p59)

第三節 資深與初任教師教學表現之比較

本研究以兩位國中生物教師為研究對象，兩位個案教師之年資不同，在 Berliner (1988) 的界定中可視為資深與初任教師。針對資深與初任科學教師在教學表現上的差異比較研究很多，本節就資深與初任教師的教學表現做文獻上的整理與探討。

一、資深與初任教師一般教學表現的比較

依 Berliner (1988) 的研究界定，初任教師為任教一至三年的教師，而教師任教至五年就邁入精熟階段。他認為資深教師具有豐富的教學經驗，透過研究資深教師的教學實務經驗，可以作為有效的教學範例，成為初任教師學習的典範並改進其教學。而研究初任教師可以了解其專業知識發展、奮鬥的過程 (Elbaz, 1991)。比較初任及資深教師教學表現，可尋求更多相關教學與教師行為的訊息，得以協助初任教師理解教學 (Berliner, 1986; Shulman, 1986)。

(一) 資深教師

一般來說，資深教師基於多年的教學經驗，能理解學生的先前知識，且可預知學生可能遇到的困難、迷思概念而先做適當的解釋，且能以適合學生、完整又富組織性的方式來呈現學科內容 (汪玉婷, 1992; 張賴妙理, 1999)。概念組織方面，資深教師具有豐富的學科知

識，故能把焦點放在教學策略上，會對課本順序作些微的調整，且以中心概念為主軸來鋪陳相關概念，有效的協助學生學習；擅長使用多元化的教學策略來協助學生學習並且強調概念之間的連結性，教學中能重複呈現相關概念，提供學生統整概念及應用所學的概念與原理之機會。對於重要概念，擅長運用多重教學表徵來展示同一概念，且表達表徵的能力也較佳，其在教學時比較重視情境，例如善用抓重點、定義、敘述、引發動機策略行動等等。總而言之，資深教師擁有較良好的學科知識理解能力和產生有效教學表徵的學科知識，可以解決學生的學習困難，進而改變學生的先前概念。（王春興, 1987; 洪綺霞, 2004; 高惠瑾, 2005; 張賴妙理, 1999; 郭立研, 2004; Berry & Bolland, 1992; Garnett & Tobin, 1988; MacDonald, 1996)

（二）初任教師

因初任教師不明瞭學生的先備知識、易產生的迷思概念及對教學策略所知有限而無法採取合宜的教學策略，其教學計畫上偏重學科與教學方面的思考，而忽略學生與教學情境方面的考量，所以只有完成教學概念順序與上課流程的思考（張賴妙理, 1999; 郭章義, 1996）。

其較常以直線方式呈現教學內容而非動態的交互關聯，僅是簡要敘述概念內容，概念的組織與順序上大致與課本安排相似，不注重策略行動與中心概念之間的連結，所使用的教學策略有窄化和慣性的傾向。

以講述式教學為主，師生間之間互動較低（張賴妙理, 1999）；其教學

表徵能力較貧乏，也缺少對教學策略的適當理解，因知識有限、教學準備不足或缺乏處理學生問題的經驗，在教學時無法完全掌握學生的先備知識或能力，並容易忽略學生所提的討論，而以自己設計的教案為教學重心，因此呈現不具彈性的教學模式（郭立研, 2004; Borko & Livingstone, 1989; MacDonald, 1996）。

二、資深教師與初任教師教學表現之比較

以下就幾個教學表現的面向，進行資深教師與初任教師更深入的比較。

（一）表徵多樣性

資深教師的教學表徵比初任教師更具多樣性（洪綺霞, 2004），其會視學生反應與解說需要而變換不同的表徵方式，因此教學中經常是多種表徵交互出現或同時並用（劉麗玲, 1999），例如師生問答、討論、示範實驗、錄影帶觀賞、模型、實物展示等等，來協助學生學習教材的困難處（張賴妙理, 1998; 郭立研, 2004）。資深教師重視學生發表的能力與師生間的互動，在教學中會使用教師與學生為中心的問答引導，透過發出一連串的問題來刺激學生思考，也從回答中了解學生的想法，作為下一個概念教學的基礎（郭立研, 2004）。

而初任教師則習慣使用同一表徵來協助學生學習，較無法

深入思考教學表徵的細節，從課本或過去的學習經驗中構思教學表徵，而透過學生的反應來增加對學生與教學情境的了解 (郭章義, 1996) 。初任教師的教學中，主要使用以教師為中心的教學表徵－圖表說明，條列出課本大綱、搭配口語敘述作為教學重心，整堂課圍繞著展示的圖片來講解。其習慣使用同一表徵來協助學生學習，遇到學生學習困難處，僅以重複敘述的方式補救，無法轉換其他的表徵來呈現科學概念 (張賴妙理, 1998; 郭立研, 2004) 。

(二) 生活事例與舉例

資深教師先以生活中容易觀察的具體事例作引導，接著講解課本抽象的概念，幫助學生更容易理解課本的內容 (王韶霽, 2002) 。資深教師希望能透過運用生活事例培養學生的思考模式及宏觀視野，幫助學生連結生活事例與學科概念，且注重整體概念，所以呈現生活事例的次數較多 (蔡美娟, 1998) 。其使用範例的來源除了教科書之外，還有教師製作的學習單，花費較少的引導時間就可以順利達到教學目的 (洪綺霞, 2004) 。初任教師亦會使用生活事例的舉例，也注意到日常科學與學校科學知識的不同，但舉例僅著重在學生理解層面 (蔡美娟, 1998) ，其所學的範例大多依賴教科書與坊間參考書作

為來源 (洪綺霞, 2004)。



(三) 問答討論

資深生物教師以師生問答、問題討論的教學方式為主，師生間及學生之間互動高 (張賴妙理, 1999)。資深教師讓學生分組討論時，會要求學生以學過的知識設計解決生活上的問題，培養其問題解決的能力，而學生經由討論答對問題後很有成就感，就會更喜歡學習這個科目 (王韶囊, 2002)。其所提的問題與教學內容較有相關，問題形式則以閉鎖收斂類型題目較高 (洪綺霞, 2004; 郭立研, 2004)。

初任教師所發問的問題類型大都為班級管理類，花較多時間在班級管理，與教學內容相關的發問反而較少 (郭立研, 2004)。初任生物教師進行討論教學時，因不熟悉引導討論的技巧，只引導到少數學生參與討論，或無法引導學生朝正確思考方向邁進，加上教學進度的壓力，很容易讓初任生物教師回歸原先熟悉的教學策略 (張賴妙理, 1999)。除此之外，初任教師發問的問題意義不清，易引發學生偏離主題，花費較多的時間在討論與主題無關的情境問題，反而無法順利達到引導學生的目的 (洪綺霞, 2004)。

(四) 評量

資深教師爲了解學生的學習狀況和提示上課的重點，會在教學過程中以問答、演練題目、討論、作業等方式進行評量。家庭作業的內容除了教師製作的學習單外，還會根據上課的內容要求學生上網找資料繳交報告。初任生物教師較少在每個概念講解階段後即時評量學生的理解程度，而家庭作業多爲要求學生做坊間參考書的題目（洪綺霞, 2004; 張賴妙理, 1999）。

（五）教師知覺、思考、語言之關係

張鳳珠（1996）在進行初任科學教師對其教學與教學行爲之知覺與思考的研究中，發現其個案教師認爲初任教師放在知覺、思考、語言的注意力和關切不相等，其會以思考爲重，其次是知覺學生的反應，最後才注意到語言的表達方式；反之，一位有經驗的教師最先注重語言，說出的話對學生都很重要，然後開放性的知覺學生的回饋，而將思考則留做知覺的最後判斷。

（六）其他

根據張賴妙理（1999）對初任及資深教師的比較，可以看出兩種教師在概念組織、教學方式、對學生學習困難概念的理解與教學呈現、討論技巧、評量、學生迷思概念、科學本

質的呈現等方面都有所差異。

郭立研（2004）則指出初任教師所呈現的概念組織圖與教科書相似，缺乏小節間的聯結。補充的知識以羅列專有名詞呈現，極少做深層解釋。而資深教師會先講整體概念再講小概念，讓學生先有一初步架構。補充相關知識時，會講求清楚解釋。發問問題類型上，資深教師在與內容呼應程度及問題層次上皆較初任教師高。彙整兩人對資深與初任教師的研究如表 2-1-1。

前人對資深與初任教師的比較研究，多自班級經營、教學策略、教學表徵、對學生先備知識的掌握等角度切入，而關於教學表徵部分，大部分研究注重於教師對某特定困難的概念所呈現的教學方式為何，來進行比較探討。針對本體分類論，目前僅國內高惠瑾（2005），觀察一位理化效能教師對不同屬性類別的概念，做教學表徵觀察分析與對學生概念改變的影響。尚無關注在初任與資深教師對不同屬性生物概念之教學表徵比較，這也是本研究欲進行的研究方向。

表 2-1-1：初任教師與資深教師教學表現之比較

項目	資深教師	初任教師
概念組織	層次性； 連結較多概念； 重複呈現概念 對補充概念力求解釋清楚	層次性； 連結較少概念； 較少重複呈現概念 補充概念缺乏深度的解釋
教學方式	教學表徵較多元 引導式探討； 與學生互動高	教學表徵較單一 教師中心的講述式教學、依賴圖表教學； 與學生互動較低
對學生學習概念的 理解與教學呈現	能指出困難的概念；多重教學表徵、互動方式； 較理解學生先前知識與教多類型的教學策略，較能採取適切的教學策略	能指出困難的概念； 重複講解、圖形、靜態展示方式； 不明瞭學生先前知識，所之教學策略有限，無法採取合宜的教學策略
討論的技巧	多進行合作學習小組討論；同組或不同組學生會相互補充或質疑對方意見；就學生內容統整答案	較少進行討論；花時間引導少數同學；依在提示之後教師說答案；學生之間較少相互補充說明與質疑
發問類型	教師管理類佔 33.0% 加強語氣類約佔 27.0% 較多圍繞教學概念發出問題	教師管理類佔 46.9% 加強語氣類約佔 30.0% 少發出與教學相關問題
評量	常在教學過程中以問答、演練題目、討論、作業等方式進行評量	較少在每個概念講解後及時進行評量
學生的迷思概念	較能理解學生的迷思概念並以舉例、討論等方式處理	較缺乏對學生迷思概念的理解
科學本質的呈現	演化理論的發展 科學家的實驗過程與思考題目	演化理論的發展

(整理自張賴妙理, 1999; 郭立研, 2004)

第三章 研究方法

本研究將比較資深教師與初任教師在不同屬性概念上之教學表徵，並以學生的覺知作為校正，故以現場觀察、焦點團體討論蒐集相關質性資料進行研究。本章首先說明研究設計、架構與流程；第二節介紹研究對象與情境；第三節說明本研究資料的蒐集；第四節則為本研究資料分析方式，包括教學觀察架構、概念分類等。藉由以上資料蒐集與分析，來了解教師在運用教學表徵說明不同屬性概念時之差異。

第一節 研究設計與架構

長期以來，研究者一直對於資深教師如何使用教學表徵與教學技巧來增進學生了解生物課程，抱持相當大的興趣。在尚未決定研究主題前，就已有進入多位資深教師教室觀察的經驗，並常與不同教師討論如何精進教學能力。故在閱讀相關文獻後，逐漸形成本研究問題，並分別在 97 年 6 月及 8 月邀請到本研究二位個案教師。以下為研究設計與架構：

一、研究設計

本研究採質性研究的方式，旨在由兩位國中生物教師的教學活動中，比較資深與初任教師在本體論中不同概念的教學表徵，包括教師間的差異比較與不同概念間的差異比較，最後以學生覺知教師教學表徵的部份作為校正，用以回答研究問題並達到研究目的。研究者在徵得個案教師同意後，進入現場錄影、錄音觀察，蒐集相關文件等並作比較分析。本研究之架構表如圖 3-1-1 所示：

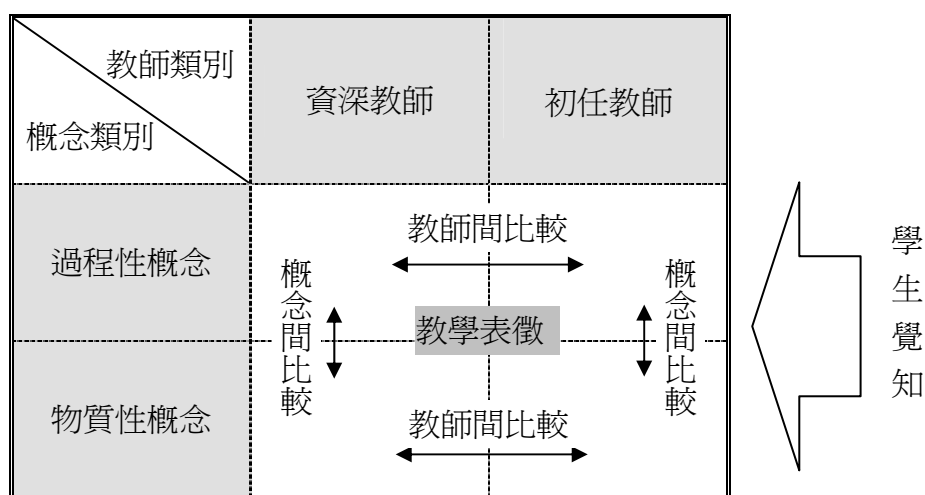


圖 3-1-1：研究架構圖

二、研究流程

本研究分為前期、中期及後期，共三個段落進行。本研究之流程如圖 3-1-1 所示。

(一) 研究前期：確立研究問題、邀請個案教師

研究者於一下及暑假期間蒐集相關文獻資料，形成研究初步的方向，並於 97 學年度開學前徵得研究學校的同意，邀

請該校二位符合研究條件之教師參與本研究。在長期隨班拍攝前，研究者先於9月初，進入個案教師的班級中，尋找適當的紀錄模式與個案班級，研究者遂確定以錄影、錄音模式紀錄，並選出適合長期拍攝的個案班級。但其中因資深教師有指導實習教師，在上學期第一次段考至第二次段考的期間，將釋出原本觀察的班級讓實習教師進行試教，故在這段時間當中可能造成紀錄中斷。在與個案教師商量後，資深教師認為教學過程不會因不同班級而有太大差異，且考量本研究的主題與師生互動較無關係，因此決定在這段時間選擇資深教師的另外一個班級進行課堂錄影紀錄。

(二) 研究中期：進入班級紀錄觀察、發展觀察架構

在97年10月至98年2月間，進行兩位教師之課堂觀察，觀察期間研究者持續進行相關文獻的搜集與探討，並參考初步觀察情形，逐漸形成本研究的觀察架構。本研究將所觀察的教師教學表徵分為兩類：教學行為及口語表徵，建立觀察架構的過程中，常會因兩位個案教師之明顯差異而發展出新的觀察項目，所以觀察架構不斷修正調整。詳細的觀察架構發展過程將在第四節進行說明。

(三) 研究後期：資料整理、發展分析模式、學生焦點團體討論、完

成論文

研究者於教室觀察中期找出不同概念的典型主題單元，著手進行初步的資料分析並建立分析模式，詳細的分析模式發展過程，將在第四節說明。蒐集完教師之觀察資料後，研究者盼能透過學生的覺知，對研究資料提供另一個角度的看法，故剪輯部分典型課程教學影片，請學生觀看後加以回答不同教師對此單元所呈現教師表徵的差異。學生焦點團體討論的進行方式，將於第三節中說明。

最後進入資料整理與分析階段，反覆閱讀個案教師的每一堂課之文字稿，註記省思與發現。因本研究重點為不同教師在不同概念之教學表徵比較，故除了解兩位個案教師整體教學模式與流程之間的差異外，尚須針對欲分析的概念主題與教學表徵這兩個面向逐一審視。經過一次一次的閱讀與分析後，逐漸形成本研究之結果，進行撰寫直到完成。

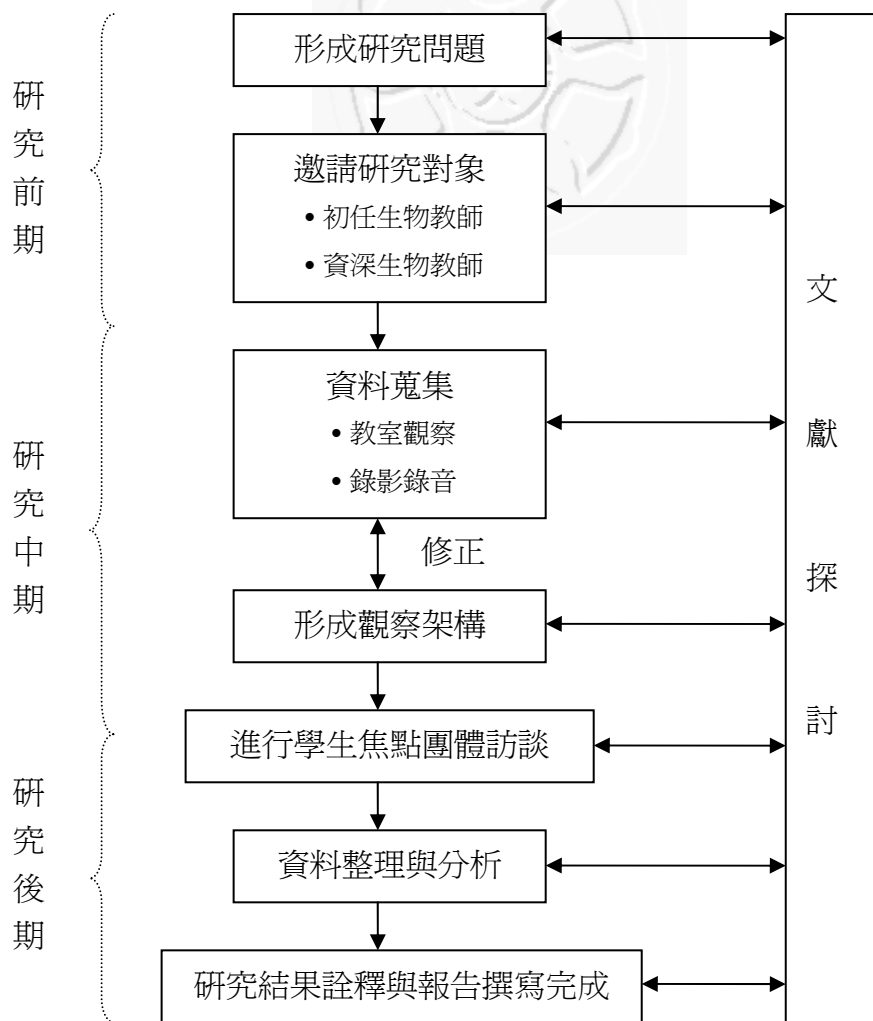


圖 3-3-2：研究流程圖

第二節 研究情境

本研究對象為國民中學之生物教師，因考量研究者可長期觀察之便利性與所在地，故選擇台北縣某國民中學，並邀請該校中的兩位生物教師成為本研究的個案教師。為保護研究學校與個案教師，本研究中均以化名表示。

一、研究學校

本研究學校為台北縣的一所國民中學（簡稱 E 校），地理位置靠近台北市區，學校附近即有二座通往北市的橋樑，交通便捷。E 校所在學區為文教區，家長的社經背景大部份為公教人員，著重子女的教育並會督促子女學習。普遍來說，該校學生素質較高，教師也會給予較多的補充資料。

該校七年級有 42 個班級，每班約 38 位學生，全校則有 4500 人左右，屬於大型學校，班級狀態為常態分班，且為男女合班。該校生物老師有 10 人，分別負責七年級各班每週三堂的生物課，由於生物老師大多位於同一間辦公室，有時會有教學的討論與回饋，教師之間相處氣氛融洽。

E 校約為”日”字形建築，校舍較為老舊，但在班級走廊皆有設置 3-4 個花台，其中種滿了鳳仙花，有些班級也會在窗台上擺設盆栽，

顯得生意盎然。各班教室內均設有電視機和投影幕，教師若要播放投影片，需攜帶單槍與筆記型電腦。校內設有 2 間生物實驗室，內設有固定式單槍投影機、電腦與大型投影幕，供教學使用。因班級數較多，各班每週僅有一堂可使用實驗室的時間，也因如此，除了安排實驗課的時間外，有時候其中一位個案教師會自己準備單槍投影機及電腦在普通教室上課。

二、個案教師

(一) 資深教師：

A 老師（化名）經過邀請願意成為教室觀察的對象。A 師為男性，年約四十歲，畢業於某國立大學漁業研究所，修習教育學程後任教國中生物，迄今已有 10 年，依照 Berliner (1988) 界定五年以上教師為資深教師的說法，本教師符合資深教師之定義。除符合年資條件外，A 教師目前擔任自然科國教輔導團的團員，經常參加科學教學研習活動並帶領學生進行科學展覽，根據以上因素，遂邀請 A 教師為本研究之資深個案教師。

A 師上課有時採取分組方式，常拋出問題給學生討論並引導學生思考。其在課程準備上豐富充足，常常自行拍攝或蒐

集照片、影片、聲音，並不嫌麻煩的背著筆記型電腦和單槍到一般教室上課。其在備課時若有相關疑問，即與同事討論或尋找正確答案，具有實事求是的精神。A師亦重視學生將知識結合生活經驗的能力，講課間常會引入相關的自身生活經驗，加深同學印象。另外，若發現與課程相關的小活動或任何可引起動機的新題材，A師都十分樂意嘗試並以此為樂。他認為學生的學習只有一次，要把最好的拿出來。A師個性幽默隨和但有原則，與學生相處融洽。課堂備有加減分制度，於開學初即跟學生說明，並且說到做到，故不需在維持課堂秩序上花太多時間，課程多能流暢進行。

研究者進行邀請時，A師十分樂意的答應，並表示本研究的紀錄可以精進其教學，也希望研究者提供其改進教學的建議。

（二）初任教師：

B老師（化名）經過邀請成為教室觀察的對象。B老師亦為男性，年約二十餘歲，畢業於某師範大學，後於某國立大學微生物研究所取得碩士學位，教育實習後進入E校生物科任教，符合Berliner (1988)界定初任教師為任教一至三年的教師之資格。B老師平時喜歡與學生打成一片，對任課班學生

幾乎都可以叫出名字，從其與學生互動狀況可知其受到學生喜愛。B 老師上課聲音宏亮、看重學生的學習成果與錯誤訂正，設有小老師輔助教師檢查作業等，他常常鼓勵學生良性競爭，自掏腰包請優勝班級喝飲料。

研究者進行邀請時，B 師十分樂意的答應，也希望藉著被觀察的機會提昇自己的教學技巧。

第三節 資料蒐集

本研究主要透過現場觀察、錄影、錄音等方式，來蒐集資深與初任教師在不同概念上的教學表徵資料，作為分析比較使用。教師資料蒐集完畢後，進行學生焦點團體的資料蒐集，以供討論補充。

一、教師教學資料之蒐集

(一) 現場觀察

研究者在 97 年 10 月至 98 年 3 月間，依所個案教師任教班級之時段，入班觀察，觀察內容紀錄如下表 3-3-1。課堂觀察以教師實際授課為主，故未觀察實驗操作課，總計觀察 A 老師教學達 35 堂，觀察 B 老師教學達 33 堂。入班觀察時，研究者利用教師行為觀察表，先快速記下教學表徵，待錄音

逐字稿完成後，再進行比對。

(二) 田野筆記

教室觀察時，研究者均依當時個案教師教學活動發生時間、順序與內容做紀錄，並隨時紀錄觀察間的心得反省。離開現場後，整理田野筆記並輔以錄影、錄音內容來補充現場可能遺漏或不清楚的資訊，並做為下次紀錄的注意事項。

(三) 錄影及錄音

研究者除實際進入教室觀察、紀錄田野筆記外，配合現場使用 DV 錄影設備進行錄影以及使用數位錄音筆進行錄音。利用現場的錄影並建立逐字稿是本研究主要資料蒐集方式，此法可避免資訊的遺漏，並可以在事後進行分析時重複播放，作為校正之用。拍攝除可記錄教師口語部分，教師抄寫黑板筆記、肢體動作部分也記錄其中，此亦列入觀察之教學表徵之中，如：你看，酵素像我的手一樣，把粉筆折斷了（用手把粉筆折斷），請問手有沒有跟著斷掉？（B971024 酵素）。

觀察結束後，在七日內將一週以來錄影之 DV 卡帶轉檔為數位 DVD 光碟檔案，並將上課內容鍵入電腦成為逐字稿，而逐字稿中紀錄有課堂基本資料，含日期、授課教師、授課班級、課程內容；逐字稿紀錄資料則包含預留的分秒欄、教

學行為欄、口語表徵欄、教學內容欄和研究者省思欄。

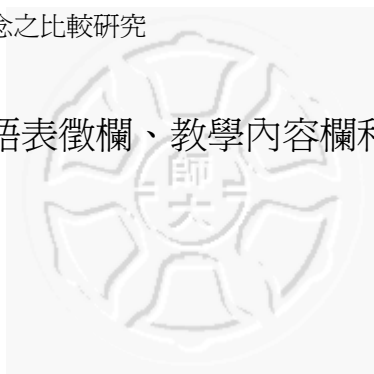


表 3-3-1：教師觀察內容記錄表

A 老師(資深教師)		B 老師(初任教師)	
時間	課程內容	時間	課程內容
97.09.23	細胞上	97.09.23	細胞
97.09.27	細胞下	97.10.24	酵素
97.10.24	酵素	97.10.30	光合作用
97.10.27	光合作用 1	97.11.05	消化系統 1
97.10.29	光合作用 2 消化系統 1	97.11.07	消化系統 2
97.11.03	消化系統 2	97.11.11	植物運輸
97.11.07	消化系統 3	97.11.13	植物運輸 1
97.11.11	植物運輸 1	97.11.14	植物運輸 2
97.11.14	植物運輸 2	97.11.19	血液循環 2
97.11.17	植物運輸 3	97.11.21	血液循環 3
97.11.21	植物運輸完 血液循環 1	97.11.21	血液循環 4
97.11.24	血液循環 2	97.12.05	內分泌 1
97.11.26	血液循環 3	97.12.10	內分泌 2
97.12.08	淋巴	97.12.11	內分泌 3 神經系統 1
97.12.09	神經系統 1	97.12.12	神經系統 2
97.12.12	神經系統 2	97.12.17	神經系統 3
97.12.16	神經系統 3	97.12.19	淋巴
97.12.19	神經系統 4 內分泌 1	97.12.25	動物行爲
97.12.23	內分泌 2	97.12.26	植物感應
97.12.26	內分泌 3	97.12.31	排泄系統
97.12.29	內分泌 4	98.01.07	水分恆定

表 3-3-1：教師觀察內容記錄表 (續)

97.12.30	動物行爲	98.01.08	呼吸作用
98.01.05	植物感應	98.01.09	呼吸運動
98.01.06	體溫恆定	98.01.10	體溫恆定
98.01.10	呼吸作用與運動	98.01.12	水分恆定、血糖恆定
98.01.12	血糖恆定、排泄作用 1	98.02.12	細胞分裂 1
98.01.13	排泄作用 2	98.02.13	細胞分裂 2
98.02.11	無性生殖 1	98.02.14	無性生殖
98.02.13	無性生殖 2	98.02.19	有性生殖
98.02.17	有性生殖	98.02.20	植物的有性生殖
98.02.18	人類的有性生殖 1	98.02.26	人類的有性生殖
98.02.23	人類的有性生殖 2	98.03.02	遺傳法則 1
98.02.27	植物的有性生殖	98.03.03	遺傳法則 2
98.03.02	細胞分裂 1		
98.03.03	細胞分裂 2		

二、學生焦點團體資料之蒐集

本研究以教師觀察資料為主，學生觀點的資料為輔，盼能透過學生對教師不同教學表徵的覺知，提供資料分析並教學上的多元考量。本研究所指「覺知」意為學生對教室環境中人事物變化的觀察與發現，當學生覺知到某事物時，可經口語表達出來。焦點團體訪談是由研究者組織一群參與者就訪談的問題焦點進行討論的一種訪談方式，它可以提供研究者獲得個別訪談時無法得到之對待問題的多元角度、參與者之間的互相糾正與互動，亦可以同時取得多方觀點之確認

(陳向明, 2007)。因本研究欲蒐集不同學習成就背景學生對教師採用不同教學表徵之多元看法,亦希望在學生聽取他人意見而有所維護或贊同時,取得其理由,因此研究者選用焦點團體的方式蒐集學生資料。

(一) 前導研究

學生焦點團體之前導研究為 98 年 2 月 11 日,邀請三位不同學習成就之九年級學生,觀看兩位個案教師同一主題的剪輯影片後,以非正式晤談的方式發表兩位個案教師在教學上的差異比較,並以此次研究的進行方式作為後續正式研究的參考。

(二) 實施流程

適合焦點團體的人數一般為 6 至 10 人(陳向明, 2007),故研究者於 98 年 4 月正式邀請研究學校的七年級學生(皆非個案教師之授課學生)分為三群各三人,依第一學期生物科學習成就:平均 80 分以上分為高分群;平均 60-79 分為中分群;平均 59 分以下為低分群,每群各三人,每組總共九人,分為甲、乙兩組總共 18 人。研究者自生物分類架構中,選出二項典型物質性與過程性概念,從 A 老師及 B 老師的教學錄影中,剪輯出欲讓學生進行觀察的 4 段影片。接著讓甲、乙組分別觀看不同教師的影片,觀看完影片後,由研究者以焦點

團體討論的形式主持討論，請學生提出意見。參與學生之基本組成，如表 3-3-2 所示。

焦點團體方法實施的流程為：同組成員連續觀看兩位教師同一主題的教學剪輯影片共約 20 分鐘，緊接著進行討論約 30 分鐘。每次觀看兩個主題，時間約為二個小時，總共進行兩次。觀看影片前，發給學生白紙與筆可供紀錄，進行討論時，遵守一人發言的原則。為避免先入為主的觀念影響，甲、乙兩組觀賞教師的主題與順序皆不同，如表 3-3-3 與表 3-3-4 所示。

(三) 紀錄

研究者於主持討論中，即隨手紀錄學生不同的意見，且焦點團體討論過程當中皆有錄影及錄音，並在訪談結束的 2 天內，建立訪談內容的逐字稿。另外，學生於觀看影片的過程中，所記下的筆記也蒐集成為文件資料，供分析資料的比對與參考。

以上蒐集的田野資料，分別依照資料類別、引用資料代碼以及代碼意義加以說明，如表 3-3-5 所示。學生引用代碼中，若研究結果未涉及成就高低，則不顯示成就(H—高成就、M—中成就、L—低成就)的編碼，僅以數字編號呈現。為使讀者明顯區分引用資料與研究內

文，本研究中引用教師或學生之資料皆以 12 點標楷體呈現。



表 3-3-2：學生焦點團體之學生組成

	甲組	乙組
高成就	3 人	3 人
中成就	3 人	3 人
低成就	3 人	3 人

表 3-3-3：甲組觀看教學影片順序

概念種類	內容	觀看順序	
		先	後
1.過程性概念	年輪的形成	B	A
2.物質性概念	腦部構造	B	A
3.過程性概念	光合作用	A	B
4.物質性概念	花的構造	A	B

表 3-3-4：乙組觀看教學影片順序

概念種類	內容	觀看順序	
		先	後
1.物質性概念	花的構造	A	B
2.過程性概念	光合作用	A	B
3.物質性概念	腦部構造	B	A
4.過程性概念	年輪的形成	B	A

表 3-3-5：引用資料代碼

資料類別	資料代碼	代碼意義
教師教學觀察	A 971124 血液循環 2	A 教師於 97 年 11 月 24 日血液循環第二堂課之逐字稿
個別學習成就 學生焦點訪談	甲 H1 焦 980413 光合 作用	甲組高分組 1 號學生於 98 年 4 月 13 日光合作用主題 發表之逐字稿
學生焦點訪談	甲焦 980413 光合作 用	98 年 4 月 13 日甲組 學生焦點訪談光合作用主題發表之逐字稿

第四節 資料分析

本研究重點在分析「教師教學表徵」及比較「生物概念」的差異，故本節將說明本研究如何發展「教師教學表徵觀察架構表」、「生物概念」之分類以及如何建立本研究的分析模式，來分析資深與初任教師之教學資料，最後分析學生焦點團體之意見作為對照。

一、教師教學表徵架構的發展

本研究參考林曉雯 (1994) 之教學表徵分類架構表之項目、林芬遠 (1996) 生物課口語形式、Lemke (1990) 科學教室的活動類別、Smith and Meux (1970) 之教學口語中的邏輯操作、Dagher 和 Cossman (1992) 口語解釋的分類項目，形成初步的教學表徵分類架構表。接著將教學表徵分為教師行為與口語表徵兩類；教師行為著重在

教師實施教學的形式，例如：圖表示範、問答討論等，教學行為的架構如圖 3-4-1 所示；口語表徵則著重在口語的內涵，例如：類比、舉例等。口語表徵的架構如圖 3-4-2 所示，以下將舉例說明這兩類的觀察項目。

(一) 教學表徵－教學行為

本研究選取之教學行為包括課本內容對話、問答、圖表

說明、示範說明、討論等五項，項目說明如下：

1.課本內容對話：教師於解說時，要求學生配合課本文字或圖片所進行的活動，舉例如下。

看一下 73 頁課文裡面，榕樹跟向日葵，請你在旁邊寫上雙子葉，這類植物叫做雙子葉植物。(B971111 植物運輸 1)

來，看一下圖 6-6，122 頁，這是人體的呼吸系統，圖 6-6，看一下呼吸系統包括了從鼻腔開始到咽、到喉、到氣管...。(B980108 呼吸作用)

2.問答：教師在課程中使用問題讓學生思考或提示教學內容的方式，包含澄清問題、提問、直接問答、矛盾問答等，教師實例將在第四章呈現。

3.圖表說明：教師配合課程需要使用圖表時的說明。

這個圖是酵素活性與溫度的變化圖，橫軸是溫度，越右邊越高溫；越左邊越低溫。縱軸是酵素活性，越高代表酵素活性越好。(A971024 酵素)

4.示範說明：教師展示模型或實際演示時所做的行為及說明。

你看，酵素像我的手一樣，把粉筆折斷了（用手把粉筆折斷），請問手有沒有跟著斷掉？(B 971024 酵素)

5.討論：教師指派學生針對特定議題加以討論。

呼吸作用就是我們產生能量的過程。植物白天行光合作用、晚上行呼吸作用-這句話對不對?...給你討論 2 分鐘，植物白天行光合作用、晚上行呼吸作用-這句話對不對?（A 971024 光合作用）

以下為本研究之教學行為觀察架構圖。

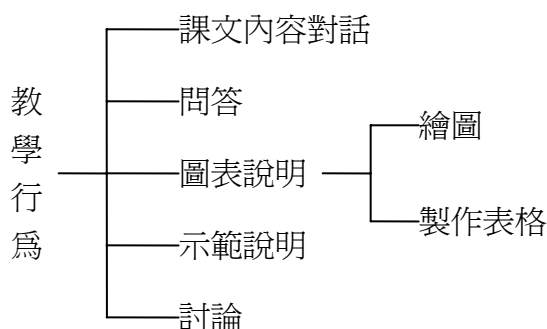


圖 3-4-1：教學行為觀察架構圖

(二) 教師教學表徵之口語解釋

本研究選取之教學行為包括名詞定義、類比、比較概念、因果說明、舉例、重複等六項，項目說明如下：

1.名詞定義：用其他名詞與新名詞相連接，以說明科學知識。

細胞核上有一顆一顆的凹洞，這個也是可以控制物質進出的，細胞核自己還有膜，這個膜叫作核膜。(B 970923 細胞構造)

2.類比：以兩件事物間的相同點或相似點作為基礎，依據期間一項關

係，推理至類似的新事物，進而利用此關係學習新知。(引自郭立妍，2005)

物體當中的葉綠素，他很像一個捕手他在接球，接誰的球?接太陽投出來的球。(A971027 光合作用)

3.比較概念：教師比對兩個相關的現象或概念。

植物細胞跟動物細胞最大的不同是他最外面不是細胞膜，是細胞壁。(B970923 細胞構造)

4.因果說明：教師說明造成現象之原因與導致結果的過程關係。

【教師要說明氣孔開閉的原因與結果】

如果土壤的含水量比較充足的時候，這時候就可以很順利的從根進入，然後送到莖，再從氣孔離開，所以這時候氣孔會打開。(B971114 植物運輸 2)

5.舉例：舉例說明有兩種形式。

(1)已知概念舉例：學生已知道、了解一個概念，再舉出屬於這個概念的例子，但並不進一步說明這些例子(引自林芬遠, 1996, p75)

【教師講解完何謂植物莖的無性生殖】

竹子是利用地下莖來繁殖...玫瑰、聖誕紅、萬年青、九重葛、黃金葛、蕃薯...(A980213 無性生殖 2)

(2)說明舉例：舉出屬於某個概念的例子來說明、解釋此概念(引自林芬遠, 1996, p75)

【教師講解蒸散作用的拉力】

所以當水從氣孔散失出去的時候，他就產生了一個向上的拉力，把原本

在根裡面的水分拉到莖，把莖裡面的水拉到葉，這個叫蒸散作用。舉一個例子，有看過水井的請舉手？有親自把井水給打上來的請舉手…其實就這麼簡單，這裡繫一條繩子，把繩子的後端綁到水桶上面，然後你把水桶丟到井裡面去，然後你要怎麼樣？拉繩子，對不對，我們開始拉繩子。反正就是把水桶拉上來。…那木質部裡面這些管道，就像我剛剛講的，跟繩子一樣。(A 971117 植物運輸 3)

6.重複：教師使用相同的話語描述同一概念。

透過植物行光合作用，植物可以獲得生長所需的大部分養分，大部分養分，透過這樣的過程，柳樹的重量可以不斷的增加。柳樹的重量可以不斷增加（重複）。(A 971027 光合作用)

以下為本研究之口與表徵觀察架構圖。

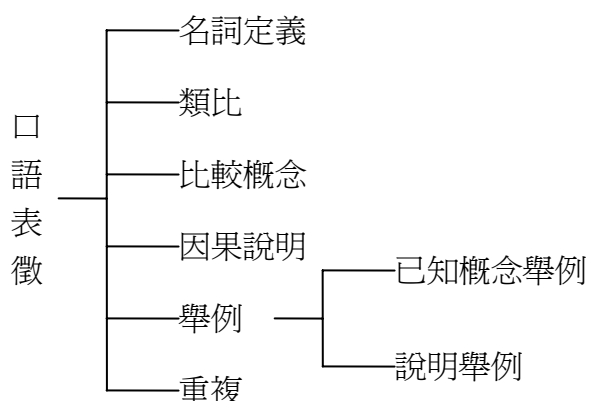


圖 3-4-2：口語表徵觀察架構圖

二、生物概念架構的分類

本研究之生物概念分類參考 Chi (1994) 學者與 Fisher (2000) 對

過程性及物質性概念的定義與舉例，自 97 學年度康軒版教科書的章節中，去除過程性及物質性概念不易清楚區分的主題內容，選出較明顯的過程性概念主題與物質性概念進行分析。選定主題概念後，搭配教師教學觀察再進一步確認排除或加入主題概念，最後分類的結果交由一位資深生物教師及一位具生物教學背景的科學教育教授審查，形成本研究的生物概念分類。本研究選擇 8 個過程性概念與 7 個物質性概念，進行分析與比較，概念主題項目如表 3-4-1 所示。

三、教學表徵－概念分析模式

待教師教學表徵觀察架構與生物概念分類完成後，進入資料分析階段。分析初期先選擇概念分類明顯的主題，嘗試建立分析模式，幾經揣摩不同分析方式與反覆觀看教師教學資料後，逐漸形成本研究之教學表徵與概念分析模式，步驟如下：

- (一) 選定主題：依照分類表確定分析的概念主題，找出二位教師同一單元之內容逐字稿與影片。
- (二) 觀看並紀錄：依照教師教學表徵的二個面向與其中細項，反覆觀看二位教師的教學內容逐字稿，及重複播放所要觀察的主題錄影檔案，進行比較。觀看中，隨時記錄下不同教師呈現方式與研究省思。

(三) 歸納與小結：待本主題經由上述步驟的紀錄完畢，研究者將相近的發現歸類，並自行提出小型結論，在後續分析的主題中，繼續觀察是否有相同的結果。

透過此模式，比較資深與初任教師在過程性概念與物質性概念的教學行為與口語表徵上的差異，最後歸納出資深與初任教師在過程性與物質性概念間的比較。

四、學生焦點團體訪談資料分析

將學生觀點依學習成就程度、對同一主題的看法分別列出，合併相似的觀點，並與研究者觀點比較，進行校正。透過學生訪談資料分析，了解學生是否能覺知教師的教學表徵？學生是否能比較不同教學表徵的差異？學生的程度差異是否造成覺知的差異？分析整理出學生覺知的資料後，將其呈現在兩位教師的比較之後，提供讀者多元的觀點。

表 3-4-1：過程性概念與物質性概念主題表

過程性概念主題		物質性概念主題	
課本章節	概念主題	課本章節	概念主題
上冊 3-3	光合作用	上冊 2-1	細胞的構造
上冊 3-4	乳化脂質	上冊 3-4	消化器官
上冊 4-2	年輪的形成	上冊 4-3	心臟構造
上冊 4-3	氣體交換	上冊 4-3	血液
上冊 4-3	血液循環	上冊 4-3	血管
上冊 5-4	植物的向性	上冊 5-1	腦部構造
上冊 6-2	血糖恆定	下冊 2-3	花的構造
下冊 1-1	細胞分裂		



第四章 研究結果

本研究旨在比較資深與初任教師對於過程性及物質性概念，其所呈現的教學表徵差異為何，並佐以學生對教師教學表徵的覺知進行探討。根據上述研究目的，本章將研究結果分為四節加以說明與討論，分別為（一）比較資深與初任教師的「一般教學表現」；（二）為資深與初任教師在「過程性概念」上教學表徵的比較；（三）為資深與初任教師在「物質性概念」上教學表徵的比較；（四）為「學生對教師教學表徵的覺知」。分別論述如下：

第一節 資深與初任教師一般教學表現的比較

本節比較兩位個案教師的一般教學表現之差異，包括組織概念、課程內容的安排、教學媒體的使用、概念精確性的掌握、評量與問答形式、表徵的多元性等部份。

一、概念組織

教師對課程的理解會影響其呈現教材的先後順序，本研究學校 97 學年度自然領域採用的教科書為康軒版本(2008)，資深個案教師會依照自我邏輯的順序，在不影響學生考試的範圍內，進行調整。調整的程度有小有大，有涉及節內的變動，也有整個小節前後順序的調整。

例如：於介紹生物體構造層次時，就先加入第三單元第三節前面部份的「葉的構造」，或在下學期將第一章第二節「無性生殖」、第三節「有性生殖」提到第一節「細胞分裂」之前講解。

初任教師則以教科書順序為主，偶爾會依自我邏輯進行調整，調整的程度皆是小節順序的變動。例如：介紹完第四章第四節「血液循環」後，將第五章第二節，同樣與血液運輸有關的「內分泌」系統提前介紹，還有在第六章「恆定性」將第六章的小節順序顛倒，先介紹第2節血糖恆定。相較於資深教師，下學期第一章「生殖」則沒有變動課程順序。

二、課程內容

教師教學的內容皆以課本為主，A、B教師皆未刪減教科書內容，但A教師在每個主題上，都比B教師使用更多的教學時間。比較後發現乃因A教師會擴充教學內涵，其補充項目包括：科學史、主題背景資料以及具教育意義的相關延伸等，以下舉例說明：

(一) 科學史：相關的科學實驗或科學家小故事，如范黑蒙的柳樹實驗(A 971027 光合作用)、馬歇爾醫生發現胃潰瘍的病因(A 971103 消化系統 2)等。

(二) 主題背景資料：A教師補充課程相關資料，如介紹循環系統時，補充心血管疾病(A 971126 血液循環 3)；介紹受器時，補充受

器詳細的構造圖或功能(A 971207 神經系統 1)；介紹大腦時，補充男女性大腦發育的差異(A 971212 神經系統 2)；介紹花的構造時，補充生活上種植植物經驗(A 980225 植物的有性生殖)等。

(三) 具教育意義的相關延伸：A 教師除介紹生物學科知識外，常連結於教育生活常識。例如介紹人類生殖系統時，提及正當的兩性關係(A980223 人類的有性生殖)；介紹神經系統時，提示學生刺激腦部加速學習的方法(A 971212 神經系統 2)等。

A 教師補充的內容都課程內容更加豐富與廣泛，使學生不僅學習到課文內容，更加深學生對此主題概念的認識。

三、教學媒體

教學媒體是教師呈現教學表徵的媒介之一，二位個案教師在研究者所觀察的課程中，皆以板書為主要教學媒體，但 A、B 教師同時亦使用不同媒體加以輔助說明課程內容。以下就兩位個案教師使用的媒體：圖片、課本、板書、教具加以比較。

(一) 圖片：圖片包含海報、圖卡等，以圖為重心的教學媒體。

A 教師使用的時機有兩種：引起動機或輔助說明。引起動機主要是教師要求學生從課本圖中自己發現或尋找教師所引導的問題答案，來建立學生的學習動機，再引入接下來的課程。

而輔助說明則是當教師講解概念間，需要學生注意到位置或順序時，要求學生配合圖片學習，達到教師教學目的後，就立刻將學生的焦點再轉移到教師本身身上。在涉及構造、需圖解的主題時，A 教師傾向親自於黑板上繪圖、標記，來進行講解，而不會使用現成的圖片。

B 教師使用圖片的目的為輔助說明，使用時機則是在說明概念後，利用圖片來佐證剛剛講解的概念，同時重複說明一次概念內容。至於涉及構造、需圖解的主題，B 教師傾向直接使用課本的圖講解，並用口述的方式指示學生標記出構造名稱，而非在黑板上重繪一次。B 教師教學使用的圖片來源皆為課本附圖以及廠商所附的海報，較缺乏自己蒐集的圖片。

(二) 課本：

二位教師皆會要求學生於上課期間使用課本，A 教師僅在少部分輔助性說明時會使用，呈現其以教師為中心的教學模式。B 教師的教學內容、舉例等都與課本相同。上課期間都會提醒學生翻閱到相同的頁碼，另外，B 教師常使用課本所附的圖片，並要求學生對照學習，呈現以課本為中心的教學模式，亦表示 B 教師的教學內容、流程與課本十分密切。

(三) 板書：

二位教師皆以板書做爲說明課程的主要教學媒體，也會要求學生抄下板書筆記。A 教師板書的來源除了課本內容之外，還會加上自己補充的相關資料。在呈現的方式上，A 教師習慣先列出標題，接著寫下定義、內涵，最後是結論。板書以標題、文字敘述、繪圖解釋爲主，內容使用完整的句子來呈現科學名詞間的關聯，也較爲口語化。A 教師板書與解說的部分多爲穿插進行，至於結論有時則是在引導學生討論完之後才會寫上。A 教師會以不同顏色標記重要概念或不同構造，並會口頭提醒同學使用不同顏色的差別與意義。

B 教師的板書來源，主要是課本內容的整理加上參考書和試題內容做爲補充。B 教師大量使用大綱、表格、樹枝圖的方式呈現，內容多使用名詞排列，文字簡短，連結的關係詞多以口頭帶過。B 教師板書與講解的部分是前後進行，B 教師先講一句，接著寫一句，講解與板書之間通常是空白的時間，也因爲講與寫的交替動作，使得與 A 教師相較之下，在相同的教學時間內卻沒有相對份量的課程內容，此點將於本章第二、三節的案例中討論。B 教師亦使用不同顏色標記重要概念，但有時會忘記提醒學生使用不同顏色的意義。

觀察後發現，依照教師使用板書的形式，可區分爲動態板

書與靜態板書。研究者將動態板書定義為教師的講解與板書的內容穿插出現，隨著教師的講解，黑板上的板書最終才趨於完整。而靜態板書的定義則為教師已將內容說明完成，後寫下或畫下板書，或先完成板書才進行講解，即講解與板書可分為兩個段落進行。A 教師會視課程內容所需，調整使用動態或靜態板書；B 教師大部分使用靜態板書。動態板書在解說、文字、圖表的關係，可以圖 4-1-1 來表示。關於 A、B 教師在不同概念上使用板書形式的比較，則在本章第二、三節討論。

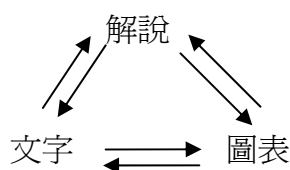


圖 4-1-1：動態板書之解說、文字與圖表的關係

(四) 教具

教具是指除了平面圖片、海報、實驗指定器材以外的模型或輔助器具。A 教師使用的種類與次數較少，仍以板書說明為主。有次 A 教師想使用廠商附送的教具，但因從未使用過，而造成課程不順暢並使用錯誤，在下一堂課中，A 教師即取消該教具的使用，轉換成自己原本熟悉的圖解方式進行。B 教師使用教具的頻率較多，如使用葉子的立體剖面模型介紹葉子的構

造(B 971030 光合作用)、展示心臟模型(B 971119 血液循環 2)等。當 B 教師透過教具講解時，如同使用圖片解說一般，先用板書講解重點，再透過教具佐證方才的講解內容。

A 教師在以上的教學媒體中，以板書為中心，其他媒體為輔助，這些媒體在教學過程中可以說是輔助性的角色。B 教師也是以板書為主，使用其他媒體時，目的多做為概念的回顧，但有時講解太偏重教具反而會成為教學的重心。

四、概念精確性

A 教師非常注重概念的精準度，在進行解說時，會特別說明板書的侷限、圖片實際大小以及課文中簡要科學史與實際的差異等，企圖讓學生察覺及拉近自己的想像與實際狀況。在舉例、問答時，也會強調概念的具體化，讓學生更能體會學習情境與真實情境的連結，除此之外，A 教師經常提出數據來佐證自己的說法，提升學生認知的正確度，以下從 A 教師說明呈現的侷限、具體化、提出數據等方面，舉實例說明。

(一) A 教師正在介紹「細胞構造」時，說明板書呈現的侷限：

A 教師：我們在黑板上畫的，基本上是一個平面的圖，你看不出來有立體感，細胞是立體的哦，不是平面的哦，但是我的畫圖技巧沒那麼好，我不可能畫立體的細胞給你看，我只好畫平面的。課本上有立體的細胞，把他切了一半...。(A 970923 細胞 2)

(二) A 教師介紹「小腸位置」、進行光合作用科學使討論時，呈現具體化的說明：

A 教師：一個成年人的小腸，六到七公尺，大概是你的身長，你的身高的三倍左右。六到七公尺有多長呢，一、二、三、四、五、六（數地板上的格子給同學看）...從門口到這邊(教師所站的講台)的直線距離的小腸，就塞在你的腹腔的中央。換言之，小腸位置在哪裡...伸出你的右手或左手沒關係，大姆指為圓心，食指為半徑，這樣畫一圈就是你小腸的範圍(手比在肚臍劃一圈)。(A971103 消化系統 2)

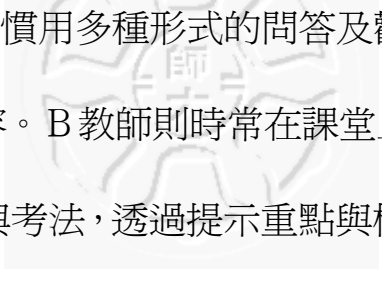
A 教師：...那請問一下，這柳樹的重量是怎麼來的？增加了 70 幾公斤的重量是怎麼來的？相當於我一個重量，相當於一個我阿(做出指向自己的手勢)...(A971027 光合作用)

(三) A 教師說明「體循環路徑」時，提出確切數據：

A 教師：...剛剛從心臟離開，現在又回到心臟，ok，這個路程大概花 20 秒的時間，20 秒的時間，左心室出去又回到右心房，只有花 20 秒的時間。(A971126 循環系統 3)

從上面的例子可知，A 教師會說明使用媒體的侷限，讓學習者有心理的準備。在具體化方面，其會使用學生生活週遭常接觸的度量衡，使學生對陌生科學觀念的推理更有實際的「感覺」。另外提出課本以外的數據，擴大並加強學生的印象。這類的表現，在 B 教師的教學中則較少出現，除了課本或教師手冊所提及的數據外，其大部分使用相對的描述來比較大小或數量，較少給與學生數據或準確的描述。

五、評量與問答形式



A 教師在課堂上習慣用多種形式的問答及觀察法檢視學生學習的狀況、統整課程內容。B 教師則時常在課堂上模擬考試的題型，也十分強調考試的重點與考法，透過提示重點與模擬考試題型作為課程的整理。此點與張賴妙理 (1999) 指出初任教師常以出考題的方式幫助學生統整教材內容；資深教師則以學生發表或回答的內容統整概念之發現雷同。

針對 A 教師多元的問答方式，研究者整理其形式與目的，分成以下五類舉例說明：

- (一) 分組討論：A 教師若安排分組討論的課程，則會要求學生在該堂課以六人一組併桌的座位就坐，組員由教師依學生程度平均分配至各組中，分組座位排列如圖 4-1-2。進行方式為教師出題交由小組討論，時間約 2-3 分鐘，最後老師會統整各組的答案，引導歸納出科學知識做為總結。這類的問題都跟學生所學過的原理有關，可以訓練學生藉推理應用所學，最後得到答案。例如教師介紹虎克自製顯微鏡後，提出分組討論之問題：

A 教師：我現在要請教你，這個顯微鏡上面有標示很多字，有寫什麼球啊、透鏡、玻璃球等等，請你花兩分鐘的時間討論一下，你可不可以告訴我這些構造，他的功能在哪裡？為什麼虎克要這樣設計？目的何在？他扮演的角色是什麼？請你跟現在我們所學的顯微鏡稍微對照比較一下，你大概就可以知道答案，兩分鐘開始。（學生小組討論）（A970923 細胞 2）

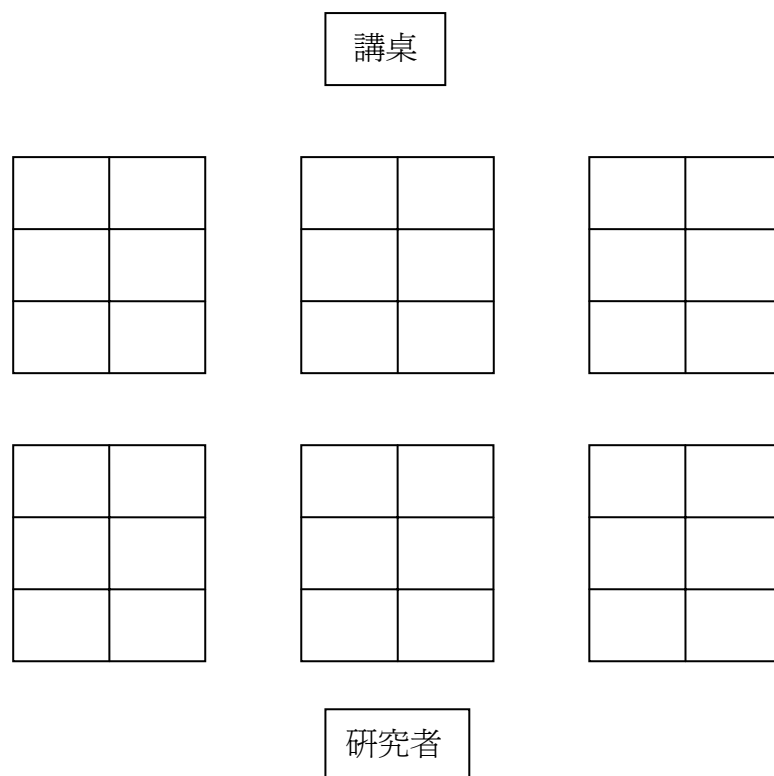


圖 4-1-2：A (資深) 教師分組討論座位示意圖

(二) 澄清問題：在教師講解完概念後，拋出問題給全班同學思考，但不是討論，這類的問題都跟學生所學過的原理有關，可以協助學生澄清觀念。如光合作用課程尾聲時，A 教師提出植物進行光合作用條件的澄清問題：

A 教師：如果到了三更半夜，比如說植物，你給他照燈，光度夠、亮度也夠，請問它會不會開始進行光合作用？到了晚上半夜 2 點的時候，你沒事拿著 5 個手電筒、日光燈...不管啦、水銀燈就往植物身上照，植物它會不會開始進行光合作用？(學生有些答會，有些答不會)(A971027 光合作用)

(三) 提問：問完問題後，教師通常不期待學生回答，而由教師於後面課程中回答，提問是爲了引出接下來的課程內容而提出的問

題。如 A 教師介紹腦幹時，提出的引導提問：

A 教師：腦幹為什麼叫生命中樞？(接著就開始介紹腦幹的功能) (A971216 神經 2)

(四) 直接問答：與課程連結無關的問答，形式為填充認知記憶的問法，目的是集中學生注意力或提示重點。例如：

A 教師：你不要忘記了，虎克是哪一國人？(學生回答英國) (A970923 細胞 2)

(五) 矛盾問答：教師主動提出學生應用所學對某現象可能會產生的矛盾，拋給學生思考，藉此解釋學生可能的疑惑，或者引起下一段內容的連結。例如 A 教師在介紹植物蒸散作用的功能之前，提出以下矛盾：

A 教師：籃球架的溫度很高，地面沒有人敢赤腳打球，為什麼那個籃球架或地板的溫度會這麼高？。但如果你去摸那個植物，你有沒有摸到植物燙到？... 那我要請問你，那為什麼植物在陽光底下曬十個小時，為什麼籃球架溫度會這麼高？水泥的那個地面的溫度這麼高？但是植物的溫度卻沒有上升？(A971117 植物運輸 3)

A 教師擅長使用上述各種問答方式進行課程，運用時機包括引起動機、銜接課程等。相較於 A 教師，B 教師僅大量使用直接問答和提問，目的通常是為了填入接下來板書所要寫下的內容，雖然提問具有引導的目的，但因所發出的問題之間沒有什麼太深入的關連性，而缺乏引導的實際意義。

六、表徵的多元性

針對同一個概念，A 教師所使用的表徵項目較 B 教師豐富。以二位個案教師介紹「小腸絨毛構造」為例：

A 教師：粉腸就是豬的小腸，為什麼吃起來粉粉的？...（介紹絨毛的功能）...我們如果把小腸做橫切面（畫圖：畫兩個圓，裡面的構造不同，一個圓裡面是一個圓，一個圓裡面是彎曲的，老師告訴同學彎曲的才是小腸的橫切面）...我現在問你為什麼要這樣子？...用處在哪裡，用處在哪裡？（抽籤請同學起來回答）絨毛這樣表示什麼？（學生回答）...所以絨毛突起，是為了要增加吸收的表面積...你知不知道，人的一個小腸內，絨毛，我們如果把這些絨毛的表面積都把他加在一起，跟一個足球場差不多。...你就像裝了籃球場在你的肚子裡面。（A971107 消化 3）

B 教師：小腸它可以進行消化吸收之外，它還具有特殊的構造，看一下第六十六頁，它具有皺摺，這種皺摺可以幫助它增加它吸收的表面積，...再來，除了皺摺之外它還有一個構造，這構造叫做絨毛，這兩個構造都是增加它吸收的表面積。（B971107 消化 2）

A 教師的解說包括了舉例說明、圖表說明、問答、類比、重複等五個教學表徵，B 教師在同一概念中，僅使用了課本內容對話的表徵，較不具多元性，內容較為貧乏。此發現與洪綺霞（2004）、張賴妙理（1999）、Burry 和 Bolland（1992）、Clermont（1994）、Lin 和 Yang（1998）等人指出資深教師能使用適合學生、清晰且組織性強之方式來呈現教學內容，並混以不同種類形式的表徵來反覆說明概念，這種多元的教學表徵與策略之結果相呼應。

小結：兩位個案教師在組織概念、課程內容的安排、教學媒體的

使用、概念精確性的掌握、評量與問答形式、表徵的多元性等部份有明顯差異，這些教學表現組成了教師的整體教學風格。資深教師會依本身邏輯組織概念順序，其課程內容較課本更加精緻與擴大，他慣用板書教學並會依課程內容彈性調整板書形式，並採用多樣化的問答方式並使能多元表徵闡述同一概念，顯出其具有較高的專業能力。初任教師概念組織與課程內容以課本為依歸，除以板書呈現之外，還會使用教具，問答形式與表徵固定且貧乏，較無法彈性運用多元表徵。

第二節 資深與初任教師在過程性概念上教學表徵的比較

本節為比較資深與初任教師在過程性概念上使用的教學表徵之差異，經觀察及分析教師教學內容後，確立欲進行比較的過程性概念為：光合作用、乳化脂質、年輪形成、氣體交換、血液循環、植物向性、血糖恆定、細胞分裂等 8 個概念。第一部分將呈現並比較出初任與資深教師在這些過程性概念所運用的教學表徵，教學表徵的分析從「教學行為」與「口語表徵」兩方面來探討。第二部份則最後進行詳細案例的比較分析，第三部份為教師在過程性概念的解說特性，最後為統整的綜合說明。

長期觀察發現，觀察架構之課本內容對話、問答、名詞定義、比較概念與重複等表徵，二為個案教師在過程性或物質性概念的呈現中

皆雷同，並不因屬性概念不同而有差別，故不在本節與第三節中討論。本節欲深入討論的表徵項目乃為 8 個過程性概念中，二位個案教師使用該表徵次數差異達 2 個概念以上、其中一人未表現之表徵以及出現次數差異小於 2 個概念但教學呈現內容具差異者。

一、初任與資深教師進行過程性概念教學時所呈現的教學表徵之比較

研究者運用教學表徵觀察架構進行分析，將 A（資深）、B（初任）教師講解過程性概念所使用過的表徵，統計成表 4-2-1。從表 4-2-1 中可知，A 教師在過程性概念上所使用的表徵較豐富，出現 13 種，僅未使用已知概念舉例的表徵。B 教師在過程性概念上所使用的表徵有 8 種，較 A 教師少。在過程性概念的教學中，A、B 教師在教學行為之圖表說明、示範說明；口語表徵之類比、說明舉例等表徵，為符合深入討論之項目，詳細比較如下：

表 4-2-1：資深教師與初任教師過程性概念的教學表徵統計表

教學表徵	教學行為						口語表徵						
	課本內容對話	問答	圖表說明 —繪圖	圖表說明 —製作表格	示範說明	討論	名詞定義	類比	比較概念	因果說明	舉例—已知概念舉例	舉例—說明舉例	重複
主題													
光合作用	* ○	* ○	* ○	○	○	*	* ○	* ○	*				*
乳化脂質	○	* ○	* ○	○								*	○
年輪形成	○	* ○	* ○	○	*	*	*			*			*
氣體交換	* ○	* ○	* ○	○			*		*	*			*
血液循環	* ○	* ○	* ○	○	*		*	* ○	* ○	*		*	* ○
植物向性	* ○	* ○	* ○	○			*			*			* ○
血糖恆定	* ○	* ○	* ○	○						*		*	*
細胞分裂	○	* ○	* ○	○				* ○		*		*	*
次數統計	5 6	8 7	8 1	0 6	2 1	2 0	5 1	3 2	3 3	6 4	0 0	4 1	7 0

註：*代表 A (資深) 教師呈現之教學表徵；○代表 B (初任) 教師呈現之教學表徵。

(一) 圖表說明

圖表說明為教師配合課程需要使用圖或表時，所用的說明方式，可分為繪圖與製作表格兩項。A 教師在過程性概念上，如年輪的形成、血液循環的過程、細胞分裂的過程、血糖恆定中，習慣配合繪圖來呈現，但未見表格的說明；B 教師則使用了繪圖與表格。B 教師使用表格的表徵次數很頻繁，如第一節所提，其習慣以綱要方式的對比呈現，而其繪圖的部分則有時僅用課本的圖片取代。接下來先探討繪圖，第二部份探討製作表格的說明方式。

1. 繪圖：

A 教師利用繪圖說明過程性概念時，選擇以動態板書的形式－繪圖、講解、文字說明，穿插進行。圖形隨文字與教師解說同步發展，學生可從黑板的呈現上，同時看到過程進行的步驟與詳細文字說明，直至完成。B 教師極少親自繪圖，偶爾出現的繪圖方式則選擇靜態板書的形式，繪製圖形的過程中未加以說明，先完成繪圖後，才開始標記或說明。在 8 個過程性概念中，有 7 處缺乏繪圖的呈現，如血糖恆定(B 980112 血糖恆定)、細胞分裂的過程(B 980212 細胞分裂 1)皆未繪製圖形。另外，B 教師的板書較為精簡，常為圖和關鍵字。以下提出「年

輪的形成」為例 (A971114 植物運輸 2、B971113 植物運輸 1)，展示 A、B 教師的實況教學影像 (圖 4-2-1、圖 4-2-3)，並列出 A、B 教師如何使用圖表順序、板書呈現，進行比較說明。圖示中的數字為研究者所加註，代表板書出現的先後順序，黑底表示文字、白底表示繪圖。

A 教師利用板書圖解年輪的示意圖如 (圖 4-2-2)，其先講解定義，並寫下文字 (❶)，接著在黑板上繪出剖面圖的輪廓 (❷)，提示形成層顏色與此為示意圖。接著說明原理 (❸)，說明、寫下春夏時期的生長狀況 (❹)，同時畫下對應的示意圖 (❺)。說明、寫下秋冬時期的生長狀況 (❻)，同時畫下對應的示意圖 (❼)，最後統整的說明畫下一般所見的年輪環紋 (❽)。繪圖過程中，A 教師依循生長順序將每個細胞仔細繪出，繪圖時編解說所繪為何及畫圖的用意。

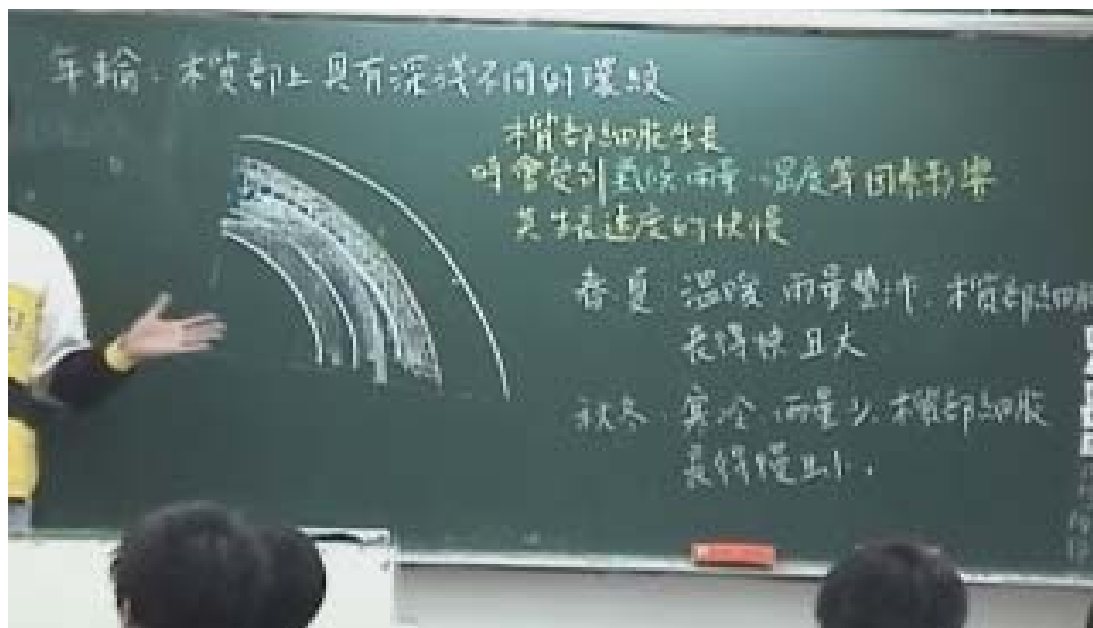


圖 4-2-1：A (資深)教師教學實況一年輪形成之黑板呈現

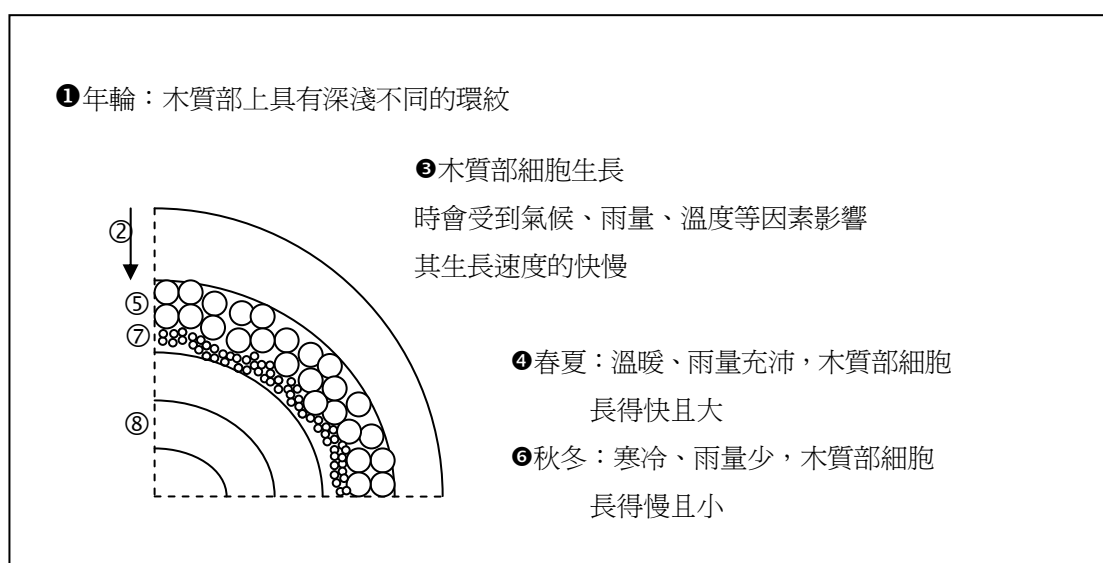
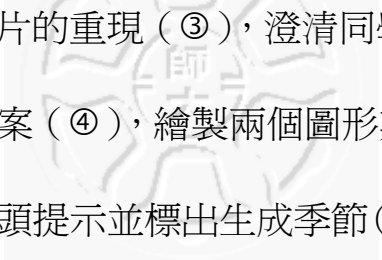


圖 4-2-2：A (資深) 教師年輪形成之黑板呈現示意圖

註：數字為研究者加註板書內容出現順序，非 A 教師所列之板書內容。

B 教師利用板書解說年輪形成的實況影像如圖 4-2-3，另外圖解年輪的示意圖如下(圖 4-2-4)。其先講解定義，並寫下文字 (①)，利用表格比較細胞的差異 (②)，接著繪圖解釋。第



一個圖為課本圖片的重現 (③)，澄清同學可能的迷思概念。最後繪出環紋的圖案 (④)，繪製兩個圖形期間沒有相關的解說，至圖完成後以口頭提示並標出生成季節 (⑤、⑥)。繪圖的時候，B 教師依循植物生長方向：由內向外繪圖。

此外二位個案教師板書風格的差異，亦可在血液循環(A 971124 血液循環 2)、植物的感應 (向光性) (A 980105 植物感應)的單元中發現。A 教師邊繪製人體循環圖，邊講解血液流動方向，循環圖與講解完成後，再以文字方塊的方式統整寫下循環過程；B 教師未繪心臟、人體循環圖，直接以文字方塊的順序呈現，口頭提示學生參照課本圖片(B 971121 血液循環 4)。

由年輪一例可以看出，B 教師傾向將講解與繪圖分成較為獨立的 2 部分，在講解時也與如先前所提到圖形在其教學上的角色一回顧上述說明之用。在繪圖的過程中，未加以說明，連結不夠深刻，但因文字敘述簡短、字數少、圖畫簡單，有一目了然的效果。A 教師則同時利用多重感官的表徵來呈現此概念，在視覺與聽覺上同時呈現出年輪生長的過程與原理。由於文字、解說與繪圖緊密結合，亦使概念能完整呈現出順序、方向、位置、時間因素等交互作用的過程性概念特質，但同時亦需花費較多時間繪製與書寫板書。

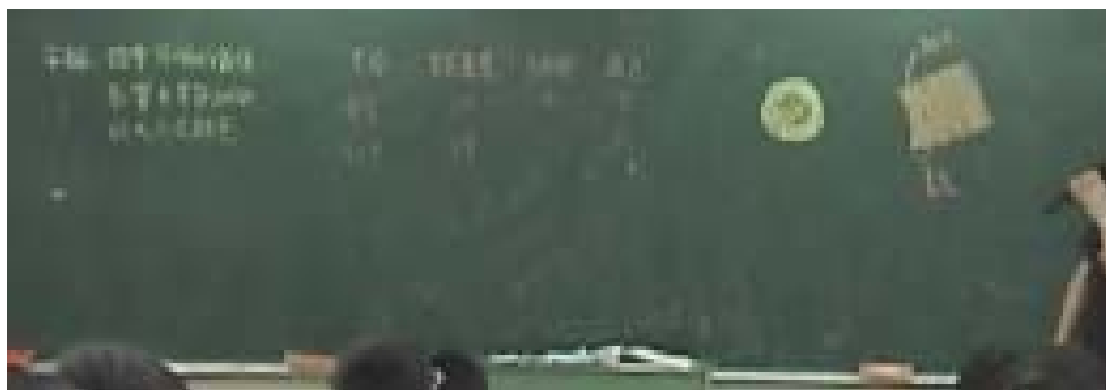


圖 4-2-3：B (初任) 教師教學實況一年輪形成之黑板呈現

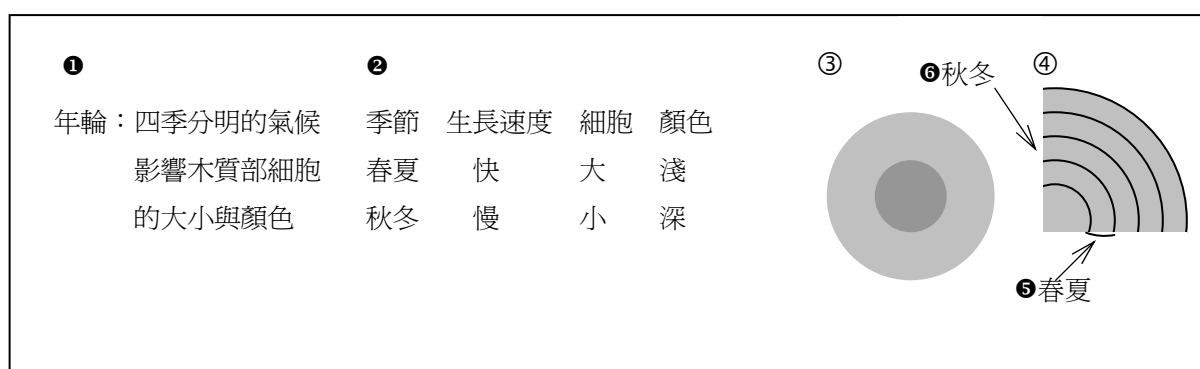


圖 4-2-4：B (初任) 教師年輪形成之黑板呈現示意圖

註：數字為研究者加註板書內容出現順序，非 B 教師所列之板書內容。

2. 製作表格：

在 8 個過程性概念中，A 教師從未使用表格進行講解，而 B 教師則在 6 個概念中使用表格說明。B 教師使用表格的時機皆是用來做講解、比較或整理，如上述年輪(B 971113 植物運輸 1)或植物向性(B 971226 植物感應)的例子，其利用填充表格作為講解的呈現，藉以整理冗長的文字敘述；而表格在血液循環(B 971121 血液循環 4)和細胞分裂單元(B 980212 細胞分裂 1)則是做重點的比較。因表格可簡化內容的特性，使得教師運用

表格講解時，口頭解釋也較少，學生的注意力僅在板書與筆記之間。另外，表格的特性與過程性概念的特性之間可否相輔相成，在本節後半段將進行討論。

(二) 示範說明

示範說明為教師展示模型教具或演示時所做的行為及說明。在過程性概念的說明上，A與B教師皆有使用模型示範，但是次數不多（A教師一次、B教師二次），可能是較難以教具表現發生的過程。A教師在「細胞分裂」單元使用教具模擬染色體分離的過程(A 980302 細胞分裂 1)；而B教師則在說明「食道的蠕動」時，將乒乓球塞進白色橡皮條模擬食物進入食道後行進的過程(B 971105 消化系統 1)，以及解說「酵素的作用」時，用手折斷粉筆的方式，來模擬酵素的作用(B 971024 酵素)。B教師在這兩個示範上的示範說明，皆使用身邊簡易取得的材料做為教具，並鮮明的示範了過程的進行，使概念的呈現更加具體。而A教師在相同的教學概念中，都是以繪圖呈現。以上的示範說明皆是以教師與教具之間的互動說明為主。

演示教學概念則包括肢體動作(如：手勢)及角色扮演。過程性概念中，A教師會重複使用手勢的動作來描述過程的發生順序，以彌補板書的不足；B教師在演示方面則較為缺乏，在

相同的課程中，僅以口頭或板書文字來呈現。例如：血液循環的教學中，A 教師利用手勢重疊在圖示上，重複比劃心臟收縮造成血液流動的情形，以及血液在身體流動的方向等(A 971124 血液循環 2)。B 教師則未見相似的手勢呈現。

另外，在高惠瑾 (2005) 的研究中發現，個案教師以科學內涵訂立規則，邀請學生扮演不同分子的方式，引導學生了解化學平衡等過程性概念，提升學生的學習動機與理解。A 教師「年輪的形成」即運用了師生互動的角色扮演方式，來說明年輪形成的過程性概念(A 971114 植物運輸 2):由 A 教師擔任形成層，學生擔任由形成層產生出來的木質部，在形成的過程中，學生一個一個上台，依生長規則排列在教師身旁，顯示出新舊木質部的形成過程與相對位置。整個角色扮演的過程中，研究者觀察到全班學生都聚精會神的看著同學與教師的扮演，氣氛熱絡。當教師再提出年輪形成的問題時，學生均回答出正確的概念。顯示學生由此活動得到了教學的概念，至於學生對此角色扮演活動的觀感，則在第四節討論。

(三) 討論

討論為教師提出設計好的題目，讓學生進行團體討論的教學行為。A 教師的課程中，常見讓學生討論的形式，過程性概

念的單元中，A 教師於「光合作用」與「年輪的形成」設計題目供學生分組討論，例如：

光合作用問題一：

A 教師：假設這一天都非常晴朗，請問太陽剛剛下山的時候植物有沒有在製造葡萄糖?...那再問一個問題阿，如果到了三更半夜...你給他（植物）照燈，光度夠、亮度也夠，請問它會不會開始進行光合作用？（A971027 光合作用）

光合作用問題二：

A 教師：植物白天行光合作用、晚上行呼吸作用-這句會對不對?...給你討論 2 分鐘。（A971027 光合作用）

年輪形成問題一：

A 教師：兩分鐘討論告訴我。他是 2008 的秋天冬天，還是 2007 的秋天冬天？二選一。如果這個，色淺的這個紋，這是 2008 春天夏天長出來的，那請問是這個深的紋，是什麼時候長出來的？是 2008 即將要長出來的秋天冬天的細胞，還是已經長出來的 2007 秋天冬天的細胞？（A971114 植物運輸 2）

B 教師的課程中則從未見討論的形式。Gall (1987) 指出，小組討論具有精熟學科內容、改變態度、解決問題、增進溝通技巧等功能。透過小組討論的設計，可以讓學生透過同儕學習，加深思考與印象。詳細的案例，將在本節第二部分進行探討，而學生對於小組討論的看法則在第四節討論。

（四）類比

類比是以兩件事物間的共同點或相似點作為基礎，依據其中一項關係，推理至類似的新事物，進而利用此關係學習新知。

A 教師講解過程性概念時，會嘗試以另一樣學生生活經驗相關或較為熟悉的事件來類比此科學概念，協助學生揣摩與學習；

B 教師則除酵素的專一性、細胞膜控制物質進出的特性與 A 教師提出相同的類比說明外，一般傾向使用直述的方式進行說明，而無類比教學表徵出現。分析 A 教師類比的內容，可以再依對象分為 3 類。包括：功能的類比、事件的類比以及關係的類比。分別說明如下：

1.功能的類比：用某功能來類比某構造的功能。以「神經細胞突起的功能」為例：

A 教師：如果你的突起愈多，就像你是千手觀音一樣，我一個人可以握住一千個人，那我要傳遞訊息的時候，一傳出去是不是一千個人都知道？這樣快不快？快。（A 970927 細胞）

2.事件的類比：用事件來類比事件的過程。以「葉綠素吸收太陽能」為例：

A 教師：植物體當中的葉綠素，他很像一個捕手他在接球，接誰的球？接太陽投出來的球，那太陽投過來什麼球？太陽投過來能量的球。（A 971027 光合作用）

3.關係的類比：用關係來類比交互作用的關係。以「人體大腸內的共生菌」為例：

A 教師：在我們的大腸裡面，住了很多朋友，我們的訪客來跟我們借房子，哪些

房客呢？主要是大腸桿菌，還有一些乳酸菌...房客跟房東租房子要怎麼樣？要付錢嘛...這些大腸桿菌，這些乳酸菌有付錢給我們房東哦，那付什麼東西呢？他付維生素 K，他幫我們製造維生素。（A971107 消化 2）

從上面的例子可以看出，其中 A 教師類比的方式會概念內容而調整，且類比來源較豐富、貼近學生的生活經驗。A 教師使用類比呈現出過程性概念的特色，包括功能、事件或類比物件彼此的關係等，透過不同的類比可以表明過程的特徵、角色的互動並解釋交互的關係，使學生更具體掌握其中涵義。其使用學生較熟悉的功能、事件或關係，如千手觀音類比為神經突起，可快速連結；又如用捕手、投手與球之間的投球事件來類比葉綠素、太陽與光之間的交互作用；租賃之間的關係來說明互利共生的意義。B 教師則未見類似的說明方式，多以直述法處理。在使用次數的比較上，A 教師使用類比的次數也較 B 教師多。

（五）舉例—說明舉例

在教室觀察中發現，兩位老師皆有使用舉例的表徵來說明過程性概念，且皆僅使用說明舉例的方式，而沒有使用到已知概念舉例。這可能是因為過程性概念的特性為發生的過程、交互作用間的關係，非單純舉例就可以類推所致。教師說明舉例的內容，包含整個事件以及過程發生的順序。在次數與內容上，

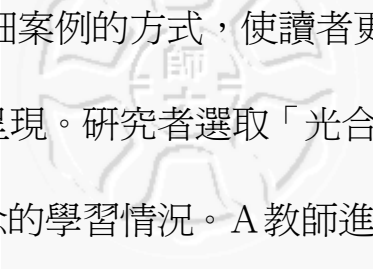
A 教師均使用較多次也有較豐富的內涵。A 教師若遇學生較難理解或想像的部分，會加以舉例說明；B 教師則傾向一般講述法呈現，雖也加長說明時間，但是仍是同一表徵重複出現。以下使用「膽汁乳化脂質的過程」來比較二位教師的不同。

A 教師：有一塊蛋糕，你把他切成八塊，結果每一塊是不是都還是生日蛋糕？他會不會變成其他東西（學生回答沒有），沒有。...一個大的立方體，我們把他切成四個小塊，切成四個小的立方體（教師畫出一個大的立方體，以及四個小的立方體），什麼增加了？（有學生回答面積）面積增加了，...再舉一個例子，升火的時候，請問大木炭比較容易燒，還是小木炭比較容易燒？（接著說明為何小木炭較易燃燒及膽汁功能）。（A 971103 消化 1）

B 教師：乳化就是可以把大油滴變成很多的小油滴。...(複習脂質的小分子)可是乳化只是把大油滴變成小油滴，可是小的油滴還是脂質，還是脂質。但是進行乳化的目的就是要把大油滴變成小油滴...(講解表面積大的優點)。（B 971107 消化 2）

從上述實例可發現，A 教師一連使用三個例子來說明乳化的意義與功能，其中兩個例子與學生生活經驗相關，而這些例子都是 B 老師所沒有提到，也是課本裡所沒有的。B 教師雖在此部分加長說明的時間，但僅是重複多次相同的語句，無增加新的例子或說明，與郭立研 (1995) 發現初任教師通常是用同一表徵來協助學生學習，當學生學習困難時，僅以重複敘述的方式補救，無法轉壞其他教學表徵來呈現的結果雷同。

二、初任與資深教師進行過程性概念案例之分析比較



本部分以分析詳細案例的方式，使讀者更加貼近二位個案教師於過程性概念的整體呈現。研究者選取「光合作用」的內容為案例，探討學生對過程性概念的學習情況。A 教師進行光合作用教學時，所使用的教學表徵項目有 10 項、B 教師使用 5 項，統計如表 4-2-3。

二位個案教師之教學流程可分為：開頭、主題呈現、結尾，三階段分別描述並加以比較。以下 A 教師上課內容均節錄自 97 年 10 月 27 日光合作用的課程；B 教師上課內容均節錄自 97 年 10 月 29 日光合作用的課程。

(一) A (資深) 教師於過程性概念－「光合作用」的教學呈現：

在教學流程方面，A 教師首先用生活經驗引起動機，接著提出科學史請學生進行討論，進而進入主題。在說明光合作用的複雜性後，開始介紹主題細節，然後以問題討論做結論與統整。結尾使用模擬試題的方式回顧重點，最後提問光合作用的產物與生活重要性作為結語。A 教師安排的流程與花費時間、說明字數整理成表 4-2-4。

表 4-2-2：二位個案教師在光合作用單元使用之教學表徵統計表

教學表徵	教學行爲						口語表徵						
	課本內容對話	問答	圖表說明 — 繪圖	圖表說明 — 製作表格	示範說明	討論	名詞定義	類比	比較概念	因果說明	舉例—已知概念舉例	舉例—說明舉例	重複
主題													
光合作用	* ○	* ○	* ○			* ○	* ○	* ○	* ○				* ○

註：*代表 A (資深) 教師呈現之教學表徵；○代表 B (初任) 教師呈現之教學表徵。

1.開頭

A 教師在課堂一開始先提示學生已經學過的養分，藉著養分的主題連結至製造植物養分的過程，把學生的注意力引入生物課的內容，接著提出生活中種植植物的經驗，讓學生由經驗中自行覺知到植物生長所需要的物質或條件。緊接著，教師提出范黑蒙所做的柳樹實驗，讓學生推敲此實驗的結論，從學生生活經驗、小學知識至科學史的結論，A 教師總結植物進行光合作用的原料等，作為引入主題的開場。

2.主題呈現（板書內容）

A 教師呈現主題的過程包括：提出定義、回顧葉綠素功能、提示背景資料，接著按步驟介紹，最後提出問題，進行分

組討論。說明步驟時，A 教師使用故事性的描述方式介紹光合作用的過程。首先介紹的反應順序（提示背景），接著說明相關構造的功能（介紹重要角色），然後說明重要構造之間的互動過程（角色互動的關係），最後釐清發生條件（角色互動的限制），藉由分組討論釐清易發生的另有概念。教師說明節錄如下：

【教師提示主題複雜性】

A 教師：你以為光合作用就這樣結束了嗎？沒有。其實光合作用這整個反應是非常複雜的反應。我們在大學在學光合作用的時候，普生課本是講了 30 頁，花了 30 頁在講光合作用是怎麼做的。但是你們有沒有 30 頁？你們只有 3 頁。真正跟光合作用有關只有 2 頁，所以我們在國中學到的是非常簡單、非常簡化的過程，也就因為非常簡單，所以有些東西沒有辦法講得很清楚，因為講的太清楚會太難了，因為這是一個非常複雜的一個過程。

【教師提出問題供學生討論】

問題一：

A 教師：假設這一天都非常晴朗，請問太陽剛剛下山的時候植物有沒有在製造葡萄糖？...那再問一個問題阿，如果到了三更半夜...你給他（植物）照燈，光度夠、亮度也夠，請問它會不會開始進行光合作用？

問題二：

A 教師：植物白天行光合作用、晚上行呼吸作用-這句會對不對?...給你討論 2 分鐘。

3. 結尾

小組討論結束，A 教師使用圖將光合作用統整起來，並運用考題方式提示重點與反應方程式。接著介紹光合作用產物，最後以光合作用與人類生活之關係呼應開頭，作為結束。

表 4-2-3：A(資深)教師在光合作用單元之教學流程說明表

教學流程	教學安排	花費時間 (分鐘)	說明字數
開頭	引起動機－連結生活經驗	3	370
	引入主題－科學史討論	4	992
主題呈現	預備先備知識－葉綠素	4	512
	預備先備知識－主題複雜性	1	198
	主題介紹－光反應	6	731
	主題介紹－暗反應	5	573
	問題討論	6	1115
結尾	重點回顧－圖形統整	8	960
	主題介紹－產物	3	506
	呼應－連結生活經驗	3	323
總計		43	6280

(二) B(初任)教師於過程性概念－「光合作用」的教學呈現：

在教學流程方面，B以簡單提問直接進入主題，說明反應步驟，最後以考題提示結束。B教師安排的流程與花費時間、說明字數整理成表 4-2-5。

1.開頭

B教師的課程順序與課本安排相符，介紹完葉子的構造後，接下來講解光合作用，教師請同學翻到課本對應頁數，使用簡單的提問切入主題。

【課程一開始】

B教師：請問你，植物呢，跟我們動物一樣，除了會行呼吸作用，吸收氧氣吐出二氧化碳之外，那還可以行什麼作用？

學生：光合作用。

B教師：光合作用。好，那光合作用的目的是幹什麼？（學生紛紛回答）製造

氧氣？（學生嘈雜）製造養分喔，製造養分。

學生：為什麼不是製造氧氣？

B教師：（教師沒察覺同學發問，繼續進行問答）那是甚麼東西製造養分？

2.主題呈現（板書內容）

B教師說明反應步驟後即進入說明，在提出反應物、位置後，才補充說明這些較陌生的名詞。補述完名詞後，解說目的與生成物等。期間教師邊解說邊將反應方程式逐一填入，直至完成。板書呈現簡單的反應方程式，角色間關係以顏色區別，但步驟的目的與角色的功能皆未寫下，而是以口頭敘述。

3.結尾

介紹完光合作用步驟，教師統整兩個反應方程式，寫成總反應式作為重點提示，最後以考題提示作為結束。

表 4-2-4 B(初任)教師在光合作用單元之教學流程說明表

教學流程	教學安排	花費時間	說明字數
開頭	簡單提問	1	94
主題呈現	主題介紹－光反應	3	356
	主題介紹－葉綠素	1	133
	主題介紹－暗反應	3	338
	主題介紹－基質	1	67
結尾	重點回顧－總反應方程式	5	364
	考題提示	1	44
總計		15	1396

（三）二位個案教師在過程性概念－「光合作用」教學表現之比較

以上為A、B教師在過程性概念－「光合作用」的教學流

程安排，以下進行兩位個案教師整體的教學比較：

1. 在教學順序方面：

A(資深)教師在本主題中，調動課程順序；B(初任)教師按照課本內容呈現。B教師的課程順序與課本相符，課本原先設計的順序是先介紹葉子的構造，再將焦點聚集到葉肉細胞的葉綠體，進而說明光合作用。故此，B教師先講解完葉子構造，然而在連接光合作用時，教師以自問自答的方式開始，似乎這段問答才是光合作用的開頭，而與先前「葉子構造」是兩個獨立的學習主題，沒有強烈關連性，教師也未提供互相的連結說明。在尚未介紹光合作用內容之前，B教師即先發出「光合作用目的為何」等問題，僅部分學生能回答出正確答案，而當學生發問時，B教師因班級嘈雜漏聽或不想打斷自己的課程脈絡而未加以回應。整體開頭的部份顯得較為鬆散。

A教師所安排的內容與教科書中的順序不同，而A教師在第二章生物的組織時，就已先介紹過葉子的構造，並且說明了葉綠素的功能，所以在本課堂一開始，即把課程引導至光合作用的概念上，讓主題清晰的呈現。

由此發現資深教師的學科知識較初任教師豐富、完整，故在課程順序方面較能以學生的角度思考，將單元作較適當的調

整，並且較能突顯重點為何。

2. 在引入主題方面：

二位個案教師皆使用問答法作為主題的開頭，A（資深）教師使用多種教學形式並善用生活經驗與問答引導學生，預備學生先備狀態；B（初任）教師不擅長使用問答引導，學生先備知識連結較弱。

A 教師的引導形式包括：回顧學生先備概念、發問生活相關問題，然後提出科學小故事並針對科學史發問，最後總結實驗結果引入主題。從上面的舉例可見 A 教師課前已有構思，並熟悉問答引導。過程中，教師皆未直接將答案告訴學生，而是讓學生自己推理出答案。經過教師的鋪陳，學生的先備概念已預備好，並將注意力聚焦至即將登場的光合作用上。

B 教師未先預備學生的先備知識，以直接切入的方式開始主題，且因不擅長問答引導，拋出的問題設計不足，顯得題組沒有深刻的邏輯關係，而提問皆是為了主題而來，較無邏輯性與關連性。由此也可以發現，A、B 教師對所教概念的熟悉度與構思縝密與否，皆會影響其引導學生與呈現課程的過程。

關於問答引導的部份，洪綺霞（2004）亦發現初任教師的問答引導結構造為鬆散，需花較多時間引導學生，學生也常因

引導方向模糊而無法做出合適的回應；資深教師相對發問的問題明確，引導方向也較明確，因此較能達到教師引導問答的目的。

3. 在主題呈現方式上：

於「光合作用」主題整體而言，A（資深）教師使用故事性的描述方式說明，強化學生對整體過程的瞭解；B（初任）教師將過程拆解成小塊，分別填入概念架構中。

學生概念隨著故事發展來建立光合作用概念，也較能體會整個過程的特性。例如：說明重要角色的功能時，教師運用捕手的角色來說明葉綠素的功能，以接球的事件類比葉綠素捕捉太陽能的事件過程，促使學生得到更具體的過程性概念。在過程性的概念中，時間的順序、構造間的交互作用、發生位置、發生條件十分的重要，經由教師將發生過程情節環環相扣的如故事一般娓娓道來，而學生聽完一整段說明後，就可以對整個過程和角色之間的互動關係有清楚完整的瞭解。

B 教師則是以反應物、生成物的安排，將重要物質依序填入。一開始未先介紹其構造與功能，當需要提及構造、位置時，再以補述的方式進行說明，邊想邊說的講解方式，可

能與張鳳珠 (1996) 發現其個案教師會認為初任教師會以思考為重，其次是知覺學生的反應，最後才注意到語言的表達方式有關。初任教師的語言與思考無法同步，當發現有未介紹的部份，再進行補充。此舉讓課程顯得較為瑣碎、片斷而無法連貫，學習時較無法以整體的概念思考，而是以獨立的區塊添加概念，其所呈現的知識層面較淺薄，猶如平面分散而非立體紮實的概念。

4. 板書的設計：

在本主題的文字、圖形呈現上，A (資深) 教師以完整句子寫下過程事件，後以圖示總結；B (初任) 教師以大綱列出反應式，過程與連結關係則以口述處裡。

本研究中，A (資深) 教師配合口語的說明，先解說完，再將整個過程用完整的板書寫下，但此作法較耗時，學生也需要抄筆記的速度也要達到一定程度，才能跟上教師的速度。另外，完整的句子雖可呈現所有細節，但是另一方面則嫌不夠簡潔，無法一目了然。B (初任) 教師板書的安排也與其口頭呈現的大綱相同，說到一個角色則填在黑板上，依序填入過程加入的角色。板書簡潔條列，但無任何解釋符號或關係的文字說明，此點與洪綺霞 (2004) 研究所指出，資深教

師不只侷限於語言溝通類型的表徵，也很重視視覺類型的表徵呈現，而初任教師通常只使語言溝通類型的表徵之看法可互相呼應。

另外，B教師的板書對學生不會造成負擔，很容易抄寫，教師也留下許多時間給學生抄寫，讓學生甚至有多餘的時間可以使用，一方面可讓學生聽完再抄寫，不會漏掉教師的解說；然而多餘的空白時間也造成教室管理上的隱憂。兩位教師筆記形式差異甚大，對學生而言的差異又是如何呢？本問題將在第四節進行討論。

5. 討論的設計：A（資深）教師將學生易造成另有概念的部份設計為討論題目，讓學生進行分組討論；B（初任）教師未出現此表徵。

A教師設計兩道題目，透過分組討論進一步釐清學生的概念，包括光合作用的條件、光合作用與呼吸作用發生的時間。透過分組討論的形式，企圖讓學生更能區別反應發生的條件，也能整體的了解作用過程。但第二道題目因牽涉到尚未教到的呼吸作用，教師僅簡潔的向學生說明此作用，但在簡短的介紹下欲進行討論，對學生能力是一個考驗，亦可能反而造成概念混亂。

B 教師則未見討論的活動，也未見針對學生易造成另有概念的部份進行補充說明。如此的差異應是教學經驗的多寡，對學生瞭解程度的差異，故造成教師採取不同的教學措施。

6. 在課程內容豐富度上：

從時間和解說字數來看，A（資深）教師教學內容豐富；B（初任）教師教學內容簡短。A 教師花費 43 分鐘介紹光合作用的單元，B 教師花費 15 分鐘。而其中解說的字數，A 教師使用 6280 字；B 教師使用 1396 字。以此單元比較，發現 A 教師教學時間將近 B 教師的 3 倍之多，其中之差異為何？A 教師的課程多加入了生活經驗提問、科學史、背景說明、討論、光合作用延伸產物介紹、光合作用重要性與人類之關係等部份。而在 A 教師與 B 教師在說明主要的反應步驟上，除了說明使用的表徵不同外，內容字數差異也將近 2 倍，觀察發現 A 教師會一再重複所述重要概念並且用不同的表徵解說，B 教師則採用課本用語敘述說明。相較起來，A 教師的光合作用單元較為完整豐富，內容也較深入；B 教師的內容則與課本相同。此結果與郭立研（2005）在研究中指出，資深教師補充的課外知識涵蓋範圍廣，講解態度謹慎，會詳細說

明新概念的屬性、定義與概念間連貫的意義；而初任教師則以簡單說明來呈現，句子簡短的結果可互相呼應。

7. 在課程背景補充方面：

由於光合作用本身的知識內容複雜性太高，國中階段的課程內容極為簡化，但在此 A（資深）教師仍加入背景，增加概念的精確度，強化學生對整體概念的認識；B（初任）教師則沒有補充。A 教師補充背景知識，讓學生明白所學的範圍為何，甚至舉出大學課程光合作用頁數作為比較，讓學生較精確的掌握自己所學的內容其實很簡化，也瞭解到所學的侷限，加強整體概念的瞭解。B 教師在這部分並沒有補充，可能是備課的來源中未出現或因非考試重點而未對學生提起。

此顯示出 A 與 B 教師對「要教給學生哪些知識」具有差異，要教到什麼程度也有所不同的想法。另外，對於「學生理解程度」的掌握度也可能是教師決定補充於否、多寡、深淺的關鍵因素。經整學期的教學觀察，A 教師因教學經驗較多，長期從學生的回應中建立取舍的判準，因其可掌握對學生能理解的程度為何，而有能力在國中生能理解的範圍內，將生物學的奧秘深入淺出地盡量補充給同學。然而，學生對於額外的補充知識覺知為何，將在第四節進行討論。

三、教師在過程性概念的解說特性

除了以詳細案例比較二位教師之差異外，研究者在長期觀察教師在過程性概念的解說語言上，發現個案教師具有一般教學表徵以外之特點：

(一) A 教師強調過程性概念之特性

A 教師有時會使用條件範圍(如光合作用發生的條件)、語言的形式來強調過程的特性，以「年輪的形成」、「細胞週期」為例：

A 教師：...你可以看到週而復始，每天就重複這樣的過程，然後(木質部)就會長的比較大...。(A 971114 植物運輸 2)

A 教師：...(細胞)分裂完之後，再繼續生長，然後再準備進行下一次分裂，這樣不斷週而復始，不斷的交替進行，這個就形成所謂的細胞週期。(A 980302 細胞分裂 1)

從教師的語言中，可以找到過程的連貫性，提供學生建構概念的完整性，雖然這些內容並非知識結構的重點，但是卻是支持學生形成完整概念不可缺少的一部分。

(二) B 教師以物質性語言表達過程性概念

B 教師有時會將過程性的概念，以物質性的語言表達，而將過程性概念切割為多個物質概念片段。以「血液循環」、「減數分裂」為例：

B 教師：看一下這兩個循環，上面叫體循環，下面叫肺循環，請你數一下體循環總共經過哪些地方，有幾個？數一下有幾個。（學生說七個）七個，那再數一下肺循環？（學生說五個）所以七跟五...上面是七個，下面是五個，七跟五，這還滿好記的。（B971121 循環 4）。

B 教師：減數分裂過程，總共有六個圖，六個圖，那細胞分裂有五個圖，所以減數分裂會比較複雜一點。（B980212 細胞分裂 2）

「個」是單位用詞，表示數量。在過程性概念解說上，教師若用「個」來表達，恐怕亦會產生誤解，且不知不覺間減弱了過程性概念連貫與順序的特性。另外，B 教師喜愛使用表格來解說，但是表格本身就具有比較概念、概念分類的功能，而教師在過程性的概念中，大量使用表格來說明，亦容易將概念切割成獨立片段，而削弱學生對過程性概念中連貫、串聯特性的掌握。

Barak 等人 (1999) 之研究發現，若學生傾向用物質性概念來解釋過程性概念時，則表達常是線性且侷限的。而學生的用語往往來自教師的詮釋，從這裡可看出，如果教師使用物質性概念的語言來說明過程性概念時，將會限制學習者對生物學過程本質—動態性、演繹性、生物過程與現象間交互作用連貫性的了解。故此，教師必須覺察到生物概念不同的屬性類別，教學時應強調交互作用和概念本質而非視為個別獨立看待，並從語言中表現出過程本質的特徵，而讓學生形

成更完整的過程性概念。



四、小結

從本節中的結果中發現，A（資深）教師與 B（初任）教師在過程性概念的教學表徵中：圖表說明、示範說明、討論、類比、舉例說明上有差異，而在教學流程中開頭、主題呈現、背景知識補充、語言特徵等方面亦有差異。以下將本節的比較結果，整理成表 4-2-6。

除了上述之教學表徵差異外，資深與初任教師針對過程性概念特徵—整體性、連貫性的掌握度亦有差距，A 教師在過程性概念的處理上，會使用多重表徵並且著重課程的連貫性，經過詳細的鋪陳，將相關的概念預備妥當，再進入主題。教師會補充相關的條件、背景讓主題能全盤的呈現在學習者眼前，就如先看過整片樹林，再進入森林中端詳個別的樹木。B 教師則帶領同學長驅直入，直接切入主題，使用單一表徵介紹概念，但缺少概念之間的連結與對整體關係的了解。

一如 Broko 和 Livingstone (1989) 提到初任教師知識結構較不精緻，彼此之間連結鬆散；資深教師則比初任教師擁有更豐富的學科知識，更有能力將知識結構相互連結，表現出整合的架構（引自謝裕昇, 2007; Broko & Livingston, 1989 ; Sterberg & Horvath, 1995)。張賴妙理 (1999) 提出資深生物教師的概念組織較複雜，所聯結的相關概念較多，並重複呈現相關概念，提供學生統整概念及應用所學概念與原理

的機會，以及郭立研 (2005) 提出初任教師在概念間缺乏科學語言做為連結，知識結構較為鬆散；資深教師在介紹新觀念前會以學生的舊經驗作為基礎，銜接新觀念，概念與概念之間會有較強的連貫性，本研究兩位個案教師在整體性、連貫性的表現與上述研究發現雷同。

表 4-2-5：二位個案教師在過程性概念的教學表徵與解說特性比較表

比較項目	A (資深) 教師	B (初任) 教師
圖表說明－繪圖	8/8 (出現次數/總概念數) 使用動態板書 多用繪圖、講解、文字說明	1/8(出現次數/總概念數) 使用靜態板書
圖表說明－製表	未見	6/8(出現次數/總概念數) 說明比較概念
示範說明	角色扮演	教具示範
討論	2/8 (出現次數/總概念數) 針對學生另有概念設計分 組討論題目	未見
類比	3/8 (出現次數/總概念數) 類比對象豐富、貼近生活 包括功能類比、事件類比、 關係類比	2/8 (出現次數/總概念數) 類比對象單一、侷限課本內 容
舉例－說明舉例	4/8 (出現次數/總概念數) 生活舉例、對象豐富	1/8 (出現次數/總概念數) 重複單一例子
主題呈現	使用故事性的描述方式說 明，強化整體感	將過程拆解成塊狀，分別填 入架構中
解說特性	使用含有過程特性語言，強 調過程特性	有時使用物質特性語言，弱 化過程特性

第三節 資深與初任教師在物質性概念上教學表徵的比較

本節比較資深與初任教師在物質性概念上使用的教學表徵之差異，經觀察及分析教師教學內容後，確立欲進行比較的物質性概念為：細胞構造、消化器官、心臟構造、血液成分、腦部構造、花的構造等 7 個概念。第一部分將呈現並比較初任與資深教師於上述物質性概念所運用的教學表徵，教學表徵的分析從兩方面來探討：教學行為與口語表徵。第二部份則進行詳細案例的比較分析。第三部份為教師在物質性概念的解說特性，最後為統整的綜合說明。

本節欲深入討論的表徵項目乃為 8 個過程性概念中，二位個案教師使用該表徵次數差異達 2 個概念以上、其中一人未表現之表徵以及出現次數差異小於 2 個概念但教學呈現內容具差異者。

一、初任與資深教師進行物質性概念教學時所呈現的教學表徵之比較

研究者運用教學表徵觀察架構進行分析，將 A（資深）、B（初任）教師講解物質性概念所使用過的表徵，統計成表 4-3-1。從表 4-3-1 中可知，A 教師在物質性概念上所使用的表徵較豐富，出現 12 種，僅未使用已知概念舉例的表徵。B 教師在物質性概念上所使用的表徵有 9 種，較 A 教師少。A 教師在所有物質性概念中大量使用問答、繪圖與重複；B 教師大量使用提問與製作表格。在物質性概念的教學

表 4-3-1：資深教師與初任教師物質性概念的教學表徵統計表

教學表徵	教學行為						口語表徵						
	課本內容對話	問答	圖表說明 —繪圖	圖表說明 —製作表格	示範說明	討論	名詞定義	類比	比較概念	因果說明	舉例—已知概念舉例	舉例—說明舉例	重複
主題													
細胞構造		*	*				*	*	*		*		*
消化器官	*	*	*				*	*					*
心臟構造		*	*		*		*	*		*		*	*
血液成分		*	*				*		*		*	*	*
血管	*	*	*		*			*	*			*	*
腦部構造		*			*						*	*	*
花的構造		*	*				*				*		*
次數統計	2 3	7 5	6 0	0 6	3 1	0 0	5 4	4 3	3 3	1 0	4 0	4 1	7 0

註：*代表 A (資深) 教師呈現之教學表徵；○代表 B (初任) 教師呈現之教學表徵。

中，A、B 教師在教學行為中之圖表說明、示範說明；口語表徵之類比、說明舉例等表徵，為符合深入討論之項目，詳細比較如下：

(一) 圖表說明

1.繪圖：

圖表說明為教師配合課程需要使用圖或表時，所用的說明方式，可分為繪圖與製作表格。A 教師在物質性概念上大量使用繪圖的方式進行講解，但與過程性概念中所採用的動態板書不同的是，教師先一口氣將所有的構造全部畫好，才開始對學生講解，並且邊講解邊標示構造名稱。開始繪圖時，A 教師要求學生動手跟著繪圖，教師繪圖會採用不同顏色區別特別需要注意的區域，用直線指出部位及標示名稱。講解構造時，教師會針對較難理解的部份使用放大圖或重疊畫法來加深學生的理解與印象，如植物的有性生殖中胚珠及卵細胞的構造(A 980225 植物生殖)、心臟構造圖(A 971126 血液循環 3)等，以下展示 A 教師在花的構造其黑板成現實況影像(A 980225 植物有性生殖)，如圖 4-3-1。

B 教師則極少使用繪圖說明的表徵，7 處物質性主題，僅在介紹消化器官時使用過一次，而其繪圖僅為簡化的形狀(如將大腸以粗線條問號表示，B 971107 消化系統 2)。當課程需要詳

細圖解時，B 教師多以要求學生對照課本圖片來學習，至於構造位置，則以口述說明。

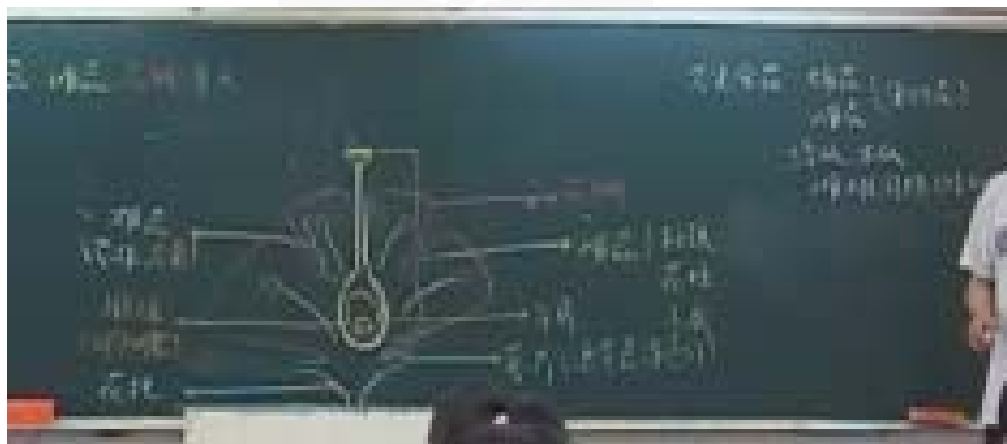


圖 4-3-1：A (資深) 教師教學實況－花的構造之黑板呈現

2.製作表格：

A 教師在物質性概念上從未製作表格，如動植物細胞的比較，仍是以一般文字敘述的板書進行。例如介紹各類血管時，教師以某血管為中心，將其特性一一描述完，再進行下一類血管的描述，而未以特性進行製表比較(A 971126 血液循環 3)。

B 教師在物質性概念上亦大量使用製作表格的方式進行講解，教師會將此概念中所含的各類概念舉出後，利用表格填空的方式一一進行講解。當表格內的空格填充完畢，概念即介紹完畢，因此 B 教師的文字板書一律簡短、字數少。然而，在某些構造的介紹上，是否需要將概念都拆解成相互獨立的比較單位？例如心臟的構造，B 教師未繪圖，而用心房心室的比較表格來詮

釋，可能會缺乏心臟構造的整體觀念(B971120 血液循環 3)。而 A 教師若能在明確的比較項目上增加表格，可能會使概念更加清晰。最後，除了製作表格，B 教師亦會使用分支圖的方式將隱含的分類屬性概念融合其中(B 971211 神經系統 1、B 980220 植物的有性生殖)，A 教師則未見分支圖的表現方式，以下展現 B 教師在神經系統所呈現之黑板實況影像(B 971211 神經系統)，如圖 4-3-2。

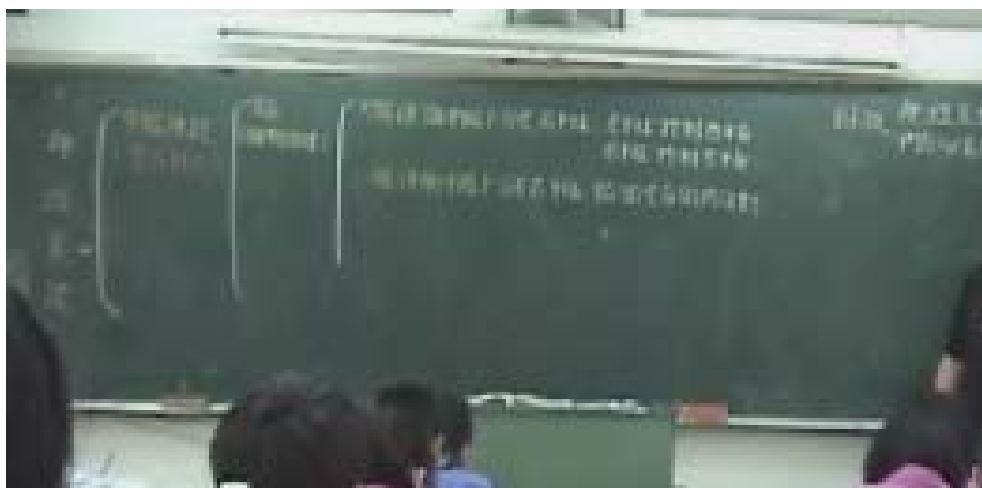


圖 4-3-2：B (初任) 教師教學實況－神經系統之黑板呈現

(三) 示範說明

A 教師在物質性概念上，多會以示範動作來解說構造的運作，如心臟瓣膜的開閉，也會利用手勢在自己身上指出器官位置(A 971126 血液循環 3)，例如用手比劃小腸的範圍(A 971103 消化系統 2)、指出自己小腦的位置(A 971216 神經系統 2)、拍打手上靜脈(A 971126 血液循環 3)等。對於相同的內容，

B 教師則以口述呈現，未見上述 A 教師的表徵。以「小腸位置」舉例說明如下：

A 教師：小腸位置在哪裡?...很好認，伸出你的右手或左手沒關係，大拇指為圓心，食指為半徑(教師拇指頂著自己肚臍，手繞肚子畫一圈)，這樣畫一圈就是你小腸的範圍。點在哪裡，點在肚臍，大拇指指在肚臍，然後你的食指為半徑，這樣畫一圈，這個範圍大概是你小腸的範圍。(A 971103 消化系統 2)

透過教師的肢體示範，更加明確的表達構造或所在位置。

而 B 教師在同一內容並未說明位置。

(四) 類比

觀察教師的口語表徵，發現 A、B 教師皆會使用物質特性的類比來講解物性概念，但在描述上，A 教師有較豐富的類比物與說明，使用次數較多。但 B 教師使用類比的次數較少，且類比對象侷限於課內的範圍。以「紅血球的形狀」舉例說明如下：

A 教師：紅血球是雙凹盤狀(畫下一個圓形與啞鈴形)，我們從正上方看起來像這個形狀(手指向圓形)，但是如果從側面看，它有點像紡錘、有點像啞鈴的形狀，周圍比較厚，中間比較扁，呈現這樣一個形狀。(A 970927 細胞)

B 教師：人類的紅血球細胞，他是雙凹圓盤狀。一般我們吃東西盛菜的盤子，他上面是凹的可以裝東西，那我們紅血球，上面是凹的，下面也是凹的。
(B 970923 細胞)

從上面例子，可見 A 教師類比了二個面向的形狀並且繪圖

說明，B 教師則是類比成圓盤。相較描述紅血球形狀上，A 教師描述的概念較為完整、清楚。

另外，相較於過程性概念的類比，在物質性概念的類比上，教師是以物質屬性類比物質屬性，如形狀、顏色、型態等，顯示教師會因概念屬性的不同，採取不同的類比對象。

(五) 舉例－已知概念舉例

在物質性概念中的舉例方式，二位個案教師皆是以已知概念舉例居多。即敘述該類別的主要概念後，舉出屬於此類別的例子，而 A 教師所舉例子來源較豐富，並連結相關知識、或加入個人生活經驗分享，而 B 教師則侷限於課本範圍，解說簡短。

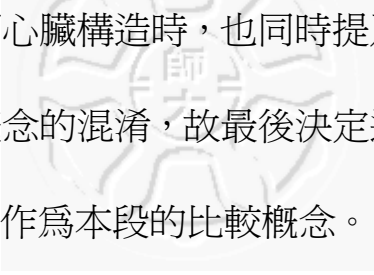
以「莖的無性繁殖」舉例說明如下：

A 教師：能夠利用莖來繁殖的植物實在太多了...我們介紹馬鈴薯(接著說明莖與根的差異)...草莓，它的莖很特別，我們叫匍匐莖(接著說明自種草莓的經驗)...除了匍匐莖之外，還有香蕉、竹子(說明蕉農如何繁殖香蕉、筍農採收竹筍)...還有包括玫瑰、聖誕紅、九重葛、黃金葛、蕃薯，太多了舉不完。(A 980213 無性生殖 2)

B 教師：利用莖的很多種，利用塊莖的叫做馬鈴薯、利用地下莖繁殖的，譬如說像竹子，或者像香蕉。還有特殊一點的利用洋蔥的鱗莖，或者像是百合。...扦插譬如說萬年青。(B 980213 無性生殖 1)

二、初任與資深教師進行物質性概念案例之分析比較－以花的構造為例

原欲取二位個案教師表徵差異最大的「心臟構造」作為比較主



題，但發現 A 教師介紹心臟構造時，也同時提及血液流動方向等過程性概念，為避免兩種概念的混淆，故最後決定選取較單純的典型物質性概念－「花的構造」作為本段的比較概念。A 教師進行花的構造教學時，所使用的教學表徵項目有 5 項、B 教師使用 3 項，統計如表 4-3-2。

接下來將二位教師之教學流程分為：開頭、主題呈現、結尾，三階段分別描述並加以比較。以下 A 教師上課內容均節錄自 98 年 2 月 25 日植物的有性生殖課程；B 教師上課內容均節錄自 98 年 2 月 20 日植物的有性生殖課程。

表 4-3-2：二位個案教師在花的構造單元使用的教學表徵統計表

教學表徵	教學行爲						口語表徵						
	課本內容對話	問答	圖表說明－繪圖	圖表說明－製作表格	示範說明	討論	名詞定義	類比	比較概念	因果說明	舉例－已知概念舉例	舉例－說明舉例	重複
主題													
花的構造	○	*	*	○			*	○			*	○	*

註：*代表 A (資深) 教師呈現之教學表徵；○代表 B (初任) 教師呈現之教學表徵。

表 4-3-3：A (資深) 教師在花的構造單元之教學流程說明

教學流程	教學安排	花費時間 (分鐘)	說明字數
開頭	簡單回顧－植物的生殖	0.5	54
主題呈現	預備先備知識－植物的範圍	2	164
	主題介紹－花的構造	12	1571
	主題介紹－花的形式	3	812
總計		17.5	2601

(一) A (資深) 教師於物質性概念－「花的構造」的教學呈現：

在教學流程方面，以回顧植物生殖方式點出主題，接著進入主題呈現。A 教師回顧植物生殖開始，先定義出課程中植物的範圍，再介紹構造。介紹花的構造時，教師提示學生一起動手畫示意圖，並提醒示意圖的限制。接著用在黑板中央畫出圖

形，並用不同顏色呈現不同構造，口頭解說時，邊在黑板圖形上標示出構造名稱。針對學生較不清楚的部分，如胚珠與卵細胞，一再強調構造位置並重疊繪製。隨後使用生活經驗舉例說明常見植物的花型並與花的構造連結，以下節錄教師說明：

【生活經驗的舉例】

A 教師：雌雄異株的意思就是指說，他的雄花跟雌花，是長在不同的樹上，我們叫雌雄異株。剛好又用木瓜來做代表...(接著舉出家裡木瓜開花卻不結果的例子)...原來我家那隻是雄的，雄的當然不會結果，只會開花而已，只會開花而已，這叫雌雄異株，叫雌雄異株。(A 980225 植物生殖)

本段主題沒有明顯結尾，教師緊接著進入下一個主題—授粉、受精的過程。A 教師安排的流程與花費時間、說明字數整理成表 4-3-3。

(二) B (初任) 教師於物質性概念—「花的構造」的教學呈現：

在教學流程方面，B 教師以回顧植物器官進入主題，其將構造功能的文字以分支圖的方式寫下，說明過程配合課本圖片，並未在黑板上繪圖，接著說明花的形式之定義。本段主題沒有明顯結尾，教師緊接著進入下一個主題—授粉、受精的過程。B 教師安排的流程與花費時間、說明字數整理成表 4-3-4。

表 4-3-4：B (初任) 教師在花的構造單元之教學流程說明表

教學流程	教學安排	花費時間	說明字數
開頭	簡單回顧	0.5	94
主題呈現	主題介紹－花的構造	6	535
	主題介紹－花的形式	1	155
總計		7.5	784

(三) 二位個案教師在物質性概念－「花的構造」教學表現之比較

以上為 A、B 教師在過程性概念－「花的構造」的教學流程安排，以下進行兩位個案教師整體的教學比較：

1. 引入主題：

教學主題為植物的生殖器官，可以從植物的器官或從植物生殖的角度切入主題。A 教師自生殖的角度開始，而 B 教師自器官的角度切入。以教材的順序，前一節為動物的生殖，所以自生殖的角度較能連結並強調生殖的主題。另外開頭的部份，兩位個案教師皆是以簡單回顧方式直接進入主題，較無鋪陳。

2. 板書的設計：

本單元之重點在「花的構造」介紹，包含圖形與構造名稱的配合，A（資深）教師以繪圖標示構造位置呈現；B（初任）教師以大綱列出構造簡介，構造位置則以口述介紹。A 教師繪出構造示意圖，再進行解說與標明。繪圖過程花費較長時間，但學生可使用視覺與筆記同步畫下教師於黑板呈現的構造。B 教師則是以文字呈現，取代繪圖解說構造的方式，

兩者筆記形式差異甚大，何種呈現方式對學生而言物質性概念的學習較為清楚？本問題將在第四節進行討論。

3.在課程豐富度方面：

從時間和字數來看，A（資深）教師教學內容較豐富；B（初任）教師教學內容簡短。A 教師花費 17.5 分鐘介紹本單元，B 教師花費 7.5 分鐘。而其中解說的字數，A 教師使用 2601 字；B 教師使用 784 字。由此單元比較，A 教師教學時間將近 B 教師的 2.5 倍之多，解說字數則為 3 倍之多。觀察發現差異為 A 教師多加入了繪圖、生活經驗舉例等部份。在其他物質性概念的解說上，A 教師也較 B 教師多傾向加入生活經驗的舉例說明。相較起來，A 教師的花的構造單元內容較為完整豐富及深入；B 教師的內容則與課本相同，較缺乏舉例與擴充。

三、教師在物質性概念上的解說特性

除了以詳細案例比較二位教師之差異外，研究者在長期觀察教師在物質性概念的解說語言上，發現個案教師具有一般教學表徵以外之特點：

A 教師有時會將構造（物質屬性）與其作用方式（過程屬性），

互相配合介紹。例如 A 教師介紹心臟構造時，也同時說明血液在心臟各個腔室空間中流動方向等過程性概念，這樣的解說方式能將生物的構造與功能作用結合成一個整體的概念。

但這種物質性概念與過程性概念相融合的教學方式在 B 教師的教學中並未發生，例如在心臟單元中，B 教師僅介紹心臟的組成與結構，未涉及血液流動等過程，而是等血液、血管、心臟介紹完畢才介紹血液流動。表示 A 教師的教學中，會依經驗與對課程的了解，重新組織課程內容而呈現完整的概念內容。B 教師則依照課本內容順序依序進行教學，而未注意到概念之間的連結。此差異可能與教師學科知識的能力、對學生的了解有關。當教師對學科知識越熟稔、對學生學習會遭遇的困難越了解，則越能安排適合的課程順序與教學表徵。

四、小結

從本節的結果中發現，A（資深）教師與 B（初任）教師在解說物質性概念的所採用的教學表徵：圖表說明、示範說明、類比、已知概念舉例有差異，另外在教學流程中出現概念穿插、補充背景資料亦有不同。以下將本節的比較結果，整理成表 4-3-6。

表 4-3-6：二位個案教師在物質性概念的教學表徵與解說特性比較表

	A(資深)教師	B(初任)教師
圖表說明－繪圖	7/7 (出現次數/總概念數) 繪圖完再講解	未見

圖表說明－製表	未見	6/7 (出現次數/總概念數) 說明比較概念
示範說明	3/7 (出現次數/總概念數) 配合手勢、動作說明	未見
類比	4/7 (出現次數/總概念數) 類比對象豐富、貼近生活 物質類比物質	3/7 (出現次數/總概念數) 以課本為主要來源
舉例－已知概念 舉例	4/7 (出現次數/總概念數) 生活舉例、對象豐富	1/7 (出現次數/總概念數) 以課本為主要來源
概念穿插	融合生物的構造與作用，將 物質性概念與過程性概念 同時解說	未見

第四節 學生對教師教學表徵的覺知

研究者蒐集個案教師的教學資料後，挑選較典型之過程性概念與物質性概念，進行教師教學錄影剪輯，再交由學生觀看。學生觀看完兩位教師同一單元之教學後，進行焦點團體訪談。本節分析學生焦點團體訪談的資料，第一部份分析一般教學表徵與學生學習的關係，第二部份為教師使用不同教學表徵與學生學習過程性概念的關係，第三部份為教師使用不同教學表徵與學生學習物質性概念之關係。

一、學生對教師一般教學表徵的覺知

此部份選擇兩個過程性概念－「光合作用」(A971127 光合作用 1、B971030 光合作用 1)、「年輪的形成」(A971114 植物運輸 2、B971113 植物運輸 1)與兩個物質性概念－「腦部構造」(A971216 神經系統 3、B971211 神經系統 1)、「花的構造」(A980227 植物的有性生殖、B980220 植物的有性生殖)，作為焦點訪談的主題，以下的分析為此四個主題教師教學表徵的討論。研究者發現，學生能覺知教師不同的教學表徵，並且對教學表徵進行舉例與闡述對自身的影響。以下為學生覺知教師使用之教學表徵與教師之教學表徵比較表。

從表 4-4-1 和 4-4-2 中可以發現，七年級學生對於教學行為的教學表徵較敏感，大部分與研究者分析的結果吻合，但學生對口語表徵

較不敏感，除非是一再出現，如重複，或與生活相關的舉例，才比較容易發覺。除了教學表徵之外，學生亦覺知到兩位個案教師明顯的差異，如教學內容深度、音量、說話速度、教室管理能力、教學態度、師生互動方式、教學的流暢度等，但以上因素並非全為本研究重點，故僅挑選與教學內容較為有關聯的「教學內容」進行分析。第一部份則是針對教師不論在過程性概念與物質性概念皆採用的教學表徵，其對學生學習之影響，加以討論。

表 4-4-1：A（資深）教師教學表徵與學生覺知之教學表徵比較表

教學表徵		教學行為						口語表徵						
		課本內容對話	問答	圖表說明 — 繪圖	圖表說明 — 製作表格	示範說明	討論	定義	類比	比較概念	因果說明	舉例— 已知概念舉例	舉例— 說明舉例	重複
光合作用	教師	◎	◎	◎			◎	◎	◎	◎				◎
	學生		◎	◎			◎		◎					◎
年輪形成	教師		◎	◎		◎	◎	◎			◎		◎	◎
	學生		◎	◎		◎	◎							◎
腦部構造	教師		◎			◎							◎	◎
	學生		◎			◎							◎	◎
花的構造	教師		◎	◎				◎				◎		◎
	學生		◎	◎				◎				◎		◎

註：灰階或白底表示同一概念中教師與學生之比較，方便讀者閱讀

表 4-4-2：B（初任）教師教學表徵與學生覺知之教學表徵比較表

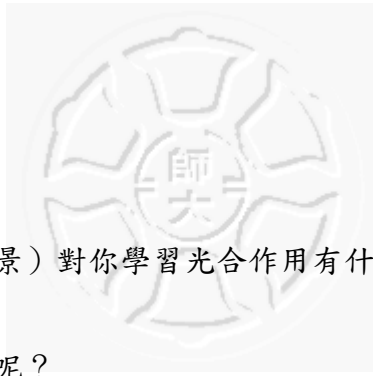
教學表徵		教學行爲						口語表徵						
		課本內容對話	問答	圖表說明 — 繪圖	圖表說明 — 製作表格	示範說明	討論	定義	類比	比較概念	因果說明	舉例— 已知概念 舉例	舉例— 說明 舉例	重複
主題														
光合作用	教師	◎	◎		◎			◎	◎					
	學生		◎		◎									
年輪形成	教師	◎	◎		◎						◎			
	學生	◎	◎		◎									
腦部構造	教師		◎		◎			◎				◎		
	學生		◎		◎							◎		
花的構造	教師	◎	◎		◎			◎				◎		
	學生	◎	◎		◎			◎				◎		

註：灰階或白底表示同一概念中教師與學生之比較，方便讀者閱讀

(一) 課程內容：

二位個案教師在課程內容的豐富度上具明顯差異，A 教師補充相關的課外知識，而 B 教師以課本內容為主。豐富度的差別多在於 A 教師會補充課外知識，然而對學生幫助與否，意見較分歧。有學生認為補充予否沒有差別，但也有學生認為有所幫助，並能了解更深入，可以複習新學會的教材。值得一提的是，學生不一定認為是使自己的觀念更加完整，而是認為可以激勵自己的學習。這似乎表示了教師希望傳達的，學生不一定能完全接收。

學生覺知如下：



研究者：你覺得（補充背景）對你學習光合作用有什麼樣的幫助？

學生 1：沒有幫助。

研究者：為什麼沒有幫助呢？

學生 1：因為跟考試沒關係啊，如果把時間拿來複習比較好。

（甲焦 980413 光合作用）

學生 2：我覺得 A 老師花很多時間在講課本無關的東西，倒不如把這些時間拿來複習，或是考同學，還比較有幫助。

研究者：你是說老師講的內容要對考試有幫助，比較好？

學生 2：對。（乙焦 980408 光合作用）

學生 3：知道了這只是我們學的一個架構，一小部分，所以要先把這些弄懂，所以到大學以後，才會在上那個...光合作用的時候，才會比較容易進入課程。（甲焦 980413 光合作用）

學生 4：我覺得他（B 老師）每一句都是重點，但他只講課本，沒有講到課外... 他可以多做一些補充，就能力比較好的同學，可以再做更深的瞭解，然後也可以讓能力比較沒有那麼好的同學，可以複習剛剛的，或是聽老師的延伸。（乙焦 980415 腦部）

若是與課本內容較無關的背景知識補充，部分學生認為可以更全盤的了解概念內含，但也有人認為是沒有助益，追問原因時，學生表示因該內容與考試無關，並且希望教師可以利用這些時間實施有助於考試的部份，如再複習。顯示後者判斷對學習有無幫助的準則，是以對考試是否有利為依歸，因此利於考試的教學表徵就會得到較多的關注與認同，而與考試無關的教學表徵則易被忽略。

B 教師講解內容僅侷限於課本內知識，高成就的學生認為家

中自修及可達到上課的程度，易生枯燥乏味之感。然而中、低等成就的學生卻覺得教師簡單明瞭的講解，僅提到課本內容，免去額外的龐雜補充，直接習得結論，反而比較容易懂。

學生 H3：(B 老師)內容都在課本上，那我只要看課本，就不要聽老師說就好啦...然後那些程度比較好的同學，就像我一樣沒有達到比較好...就是激發他的好奇心。可是我覺得 A 老師，他一下子就講到課外，我覺得他也應該像 B 老師，先講一下課本的，由簡單到難的問題，這樣才可以慢慢深入了解。

研究者：由淺入深？

學生 H3：對。可是 B 老師他卻沒有... B 老師他卻只停留在簡單這個部分，我覺得他也可以做一些深入的了解。(甲 H3 焦 980406 年輪的形成)

研究者：你比較聽得懂誰的說法？

學生 L5：我覺得是 B 老師耶...就是他會強調課本的一些重點。(乙 L5 焦 980408 光合作用)

(二) 生活舉例：

無論是過程性或物質性概念，A 教師皆舉出生活相關實例，建立學生應用的基礎，並提出課程相關補充，增加深度與廣度，並具體化使學生能舉一反三、學以致用。教師配合圖片、文字、舉例等多元的教學方式，使學生由陌生的科學名詞到熟悉的生活事件，對學生而言此方式與生活連結、協助清楚理解的教學方式。

學生 1：他有舉例，就是單性花是什麼，就是他有種的絲瓜跟木瓜...。

研究者：那對你有什麼幫助？

學生 2：讓我更了解，可以在生活上實用、應用。(980414 花的構造 1)

學生 3：貼近生活當然就是(有幫助)，哪一天真的在生活中遇到的時候，就是馬上就可以知道，譬如說他是用...他是什麼原理，然後會怎麼樣怎麼樣，

因果關係都會很清楚。...就是等到你生活中真的遇到的時候，你總是對這件事情，就會感覺很熟悉。(甲焦 980406 小腦構造 1)

鐘瑞珍 (2001) 也指出，學生普遍認為利用生活上的例子來學生物是最有幫助的。因為透過生活上的事例可以了解原理，較容易學習，也可知道生物學知識不僅出現在課本中，而可以應用到生活上。

(三) 筆記形式：

兩位教師的筆記風格，在前已有描述，對於學生來說又是如何呢？學生對此的覺知較為分歧，一方面認為 A 教師詳細豐富的筆記內容，可以提供細節、擴充學習內涵並在複習時不易遺忘教師的重點，且對於專心度不佳的同學，可以循筆記內容回到課程內容當中。一方面認為 B 教師慣用簡短的筆記，以包含課內範圍又加上條理分明，複習時容易記憶重點，方便準備考試。研究者在訪談時發現，高成就學生趨向同意第一種說法，而低成就學生趨向同意第二種說法。可能是因為高成就學生學習效率較高，可以跟上 A 教師筆記的速度，並加以吸收；而低成就學生容易接收較簡短、比較式的筆記內容，去除了龐雜的枝節，概念反而較清晰易懂。

研究者：哪一個老師的筆記你比較能吸收？

學生 H1：A 老師，因為他的筆記很詳盡，回家以後還可以看，複習的話比較清

楚。

學生 H2：A 老師寫的文字很多，我覺得很清楚，很好，而且他有全部重新再自己整理過一次，然後全部總整理，然後 B 老師就只是把課本整理一下，寫上去。

研究者：你來得及抄嗎？

學生 H2：可以。

學生 L1：我比較喜歡 B 老師，A 老師寫一大堆，可是 B 老師只要畫一個表格就懂了。

學生 L2：A 老師筆記那麼多，不知道哪邊是重點，那 B 老師他做的很簡單，也可以馬上知道哪些是重點。(甲焦 980413 光合作用)

(四) 重複說明：

對於教師重複說明或複誦，高成就學生認為多餘，低成就學生認為有需要。有學生認為教師是要提起同學的注意力，學習者可透過重複的表徵可以增進記憶，且可在抄寫時，循著教師重複的部份填寫，較不易遺漏。但對高成就的學生，重複的模式不一定需要，重複說明有點浪費時間，好似要等上課不認真的同學回到主題中，但對低成就的學生提供了思考與理解的緩衝時間，且加深學生印象。

研究者：你覺得他（A 教師）這樣講(重複)有什麼用意

學生 H5：我覺得他可能要讓同學都注意聽到...聽到他在講什麼，可是就是會覺得有點...就是如果上課很專心的話，就會覺得這樣好像有點浪費時間，等那些上課不認真的人。(乙焦 980415 腦部)

研究者：那你覺得重複很多很多，會怎麼樣？

學生 H2：...有些就能力比較不好的同學，他可能會不知道...會不知道哪一句是重點，哪一句不是重點...。

學生 H3：他（A 老師）只是把課堂上的內容再重複一次，我覺得那不是廢話，那只是...我之前有上過記憶課程，然後那個老師跟我說，就是如果你一直反覆的念反覆的聽，像看到電視上一樣，你就是殺很大，為什麼你會

記得，因為他一直重複重複，然後你一直重複，你一直聽你一直看，所以你就記起來了。所以我覺得，我覺得...

研究者：你覺得他重複幫助你記憶？

學生H3：對，幫助記憶。(甲焦980406小腦構造1)

謝裕昇 (2007) 研究發現，不同程度學生對教師使用重複解釋的理解時，指出高學習成就學生對重複解釋覺得不耐煩與沒有必要，若教師使用不同解說模式，較有興趣，與本研究雷同。而謝裕昇指出低學習成就學生對教師重複解說有兩種期望，一是教師能用較慢的速度再講一遍，加上舉例說明；二是以其他方式重新解釋一次。本研究則認為可加深印象、增加理解的緩衝時間，與第一種期望較為相近。

二、學生覺知教師於「過程性概念」上使用不同教學表徵之看法

「光合作用」與「年輪的形成」二個單元，因內容屬性為過程性概念、教授時間較長且兩位教師進行教學時採用多元表徵，故採取這兩個單元作為學生觀看之教學影片主題。以下綜合學生覺知此兩個過程性概念之教學表徵之看法。

(一) 開頭方式：

二位個案教師之起頭方式差別甚大：A教師以提問鋪陳起頭；B教師直接以破題方式起頭。A教師皆是以詢問學生生活經驗、先備知識等相關問題，引入此兩個過程性概念的內容。

從提問、學生回答至引入主題，可以透過這段開頭的時間集中學生的注意力，並且提升學生的心理預備以及對此主題與自身關係的連結。接下來學習的主題對學習者而言已不再全然陌生，於是學生可以較易進入狀況或學習。在過程性概念中，注重的是角色之間彼此的連結與關係，所以進入主題前，教師讓學生回顧先備知識是很重要的預備動作。

而 B 教師直接切入主題時，學生甫自下課的狀態轉換至上課的情緒，其心理尚未準備妥當，因此當教師開始重點教學時，學生已錯過教師提示的前言，可能無法全然了解，且因無自身相關連結，於是開始感到枯燥及分心，最終即使學習完整個概念，也較無法了解該主題的重要性與意義。

研究者：這兩種(開頭方式)對你們來說有什麼差別？

學生1：就是 B 老師他直接講主題的話，可能會比較枯燥乏味，但是如果是 A 老師，他會先丟一個問題給大家思考，然後就是大家會比較熱絡討論之後，開始上課，這樣有些同學就會被抓回來。

研究者：那你覺得他是為了可以集中同學注意力？

學生1：注意力，對。

學生2：... B 老師他就直接講，直接講光合作用，我們就只知道光合作用，沒辦法完全了解到光合作用最重要的意義。

學生3：就 A 老師會先講一些東西，然後就會讓我們比較...懂那個課程要講什麼。然後 B 老師就直接講，然後就有時候會晃神，就聽不懂。

學生4：我覺得 A 老師先有個開頭，先讓同學有個基礎的了解，會建立基礎的觀念，正確基礎的觀念。就他就讓我們思考之後，然後他就開始講，...我們就比較容易知道答案，可是萬一就是像 B 老師那樣直接先講的話，我覺得那樣，就是他沒有先給我們一個基礎，就直接開始講，一直講一直講，而且也沒有了解學生的狀況，我覺得這樣不好。(甲焦 980413 光合作用)

(二) 圖表說明－繪圖：

A 教師透過黑板繪製過程的發生順序(即動態板書)，讓同學動手跟著繪畫，經由詳細的圖解，有助於知識的學習與記憶。訪談時，學生特別指出教師講解與板書、繪圖的順序，直接影響其學習概念的效果。例如 A 教師在年輪的形成時先講解再寫下板書，再立刻接上圖解，一氣呵成，使其不會中斷對事件過程的接收，而可完整學習。這也顯示學生十分依賴教師的筆記、圖解及講解進行學習。利用圖解可以提升學生的學習，但學生亦表示，如此的筆記方式會花費相當多的時間。

學生 1：...A 老師，就直接以畫圖的方式呈現，就一步一步慢慢下來，然後從那個什麼木質部再慢慢走下來的時候，然後我們就可以比較了解是什麼。(甲焦 980406 年輪 1)

學生 1：就是 A 老師，他畫的圖比較詳細，圖也比較多，而且清楚，他也會強調重點，讓同學寫下重點。然後，因為他是先講解，再寫下重點，學生的上課理解度比較高，然後他講解...

研究者：所以你覺得先講再寫，比較...?

學生 1：比較好，因為要先理解再寫，要不然你先寫完，然後...可能就不想聽了，然後他講解完木質部，就再畫圖，讓學生立刻接上，就不會突然中斷，然後整理的詳細。

學生 2：就是畫很仔細。然後就是花很多時間。

研究者：那你覺得花很多時間這件事情，你有什麼看法？

學生 2：就會有點浪費時間，可以去講解的。(乙焦 980415 年輪的形成)

(三) 示範說明：

在年輪的形成課程中，A 教師找同學進行角色扮演上台示

範，學生一致認為透過 A 教師用身體示範，可以清楚了解形成層新增細胞的過程，將平面的知識立體化，並且使得印象深刻。表示同學也許能了解教師口頭解釋的現象，但對實際的生長過程並不能完全掌握，仍需要透過動態的示範，具體化年輪形成的概念。另外，請同學扮演加上誇張的動作可以促進愉悅的教士氣氛與提振學習的效果，透過親身示範而非紙上談兵，學生可以加深印象、矯正錯誤觀念並且容易吸收瞭解教師所傳達的真正意思，比閱讀課本更加生動，也易學以致用。

學生 1：示範...矯正我的錯誤。原本我以為是越裡面越新，然後可是...他後來用那個同學示範之後，我才發現越外面是越新的(木質部)。

研究者：那畫的跟同學上來有什麼不同？

學生 2：畫的話，同學可能就還是有點不太懂，就是那個方向。然後如果用人的話，就是可以印象，會印象比較深刻，因為比較特別。(甲焦 980406 年輪的形成)

此結果與鐘瑞珍 (2001) 提出，示範說明可以使學生親眼看到結果，印象也較深刻，容易理解課文的結論相似。

(四) 問答：

透過提問，可以集中學生的專心程度，並且引發學生更深層的思考，以年輪形成的概念為例：在靜態的學習情境下學生也許片面了解，但透過問題的深入思考，可促使學生發現學習的漏洞。A 教師在年輪的形成單元，提問了圖上其中一條深色

線，是哪年的春夏或秋冬形成的？因回答 A 教師的問題需要推理的過程，且思考需建立在基本觀念上，此舉迫使學生檢視自己的概念，對高成就的同學，可以促進思考、加深其邏輯性，釐清自身的想法並再一次鞏固正確觀念，而且能有舉一反三的效果。但若問題僅在課本層次(如 B 教師則是在畫好的年輪圖上，請問學生這棵樹有幾歲？)，無法提升學生更進一層次的瞭解。但對於低成就的學生，似乎無法發現問題的不同層次而有學習的差異。

研究者：你覺得這兩個問題(A、B 教師關於年輪的提問)對你對於年輪的了解，有什麼不一樣？

學生 H3：就是年輪的形成，就是他前面的課程就已經講過很多遍，是一個春夏一個秋冬，這兩個就一定是一年嘛。所以數年輪這件事，對我來說，其實沒有意義，因為我已經會了...可是 A 老師，他說什麼時候形成的，這可能我就會有一些疑問，...他是從裡面推進去，還是外面推出來...這我就不知道。可是如果老師這樣一問，我就開始思考，然後就覺得我問題到底在哪裡，然後老師就點到我那個點，然後那個...這問題有深度，所以讓我覺得我好像又學會了一題，然後考試會多加幾分。...尤其是答錯的同學，可以更加深入瞭解，然後答對的同學就可以謹記這個觀念。

學生 H2：(A 教師的問題比較有幫助)因為那個等於是比較深入的東西，所以你必須要思考，然後經過思考的東西，等於就是你之後寫...遇到題目也比較容易舉一反三。

研究者：那更需要思考的意思是說，前面數年輪不需要？

學生 H2：那很單純，就是用手指數。

研究者：那為什麼第二個會比較難？

學生 H2：因為你還要...等於就是要推論，然後你等於就是建立在很多的基本觀念上面...然後讓基本觀念更牢固。(甲焦 980406 年輪形成)

研究者：這兩個問題對你(學生 L1)來說有差別嗎？

學生 L1：不太有。(乙焦 980415 年輪形成)

學生 M1：我覺得 A 老師的問題會比較有幫助，因為他是問比較深入的問題，然

後我覺得老師問學生問題，本來就是要問比較深入的，因為課程都講過了，然後講過當然就是要問比較深入的問題，才會激發學生去思考，然後那樣的話，當然就是...等於就是比較會融會貫通。然後B老師就是問課本的，所以大部分的同學會覺得太簡單，然後一下就回答出來了，所以沒什麼意義。(甲焦980413光合作用1)

(五) 分組討論：

以分組的形式進行討論，可提升學生的專心程度、增進學生之間的互動，受訪學生表示經過討論與思考的結果，會釐清觀念並且加深印象，也讓較害羞、讓不敢問老師問題的學生或未跟上的學生，可透過同儕討論的過程增進概念的學習。這表示分組討論，也是一個學生較願意主動接觸對課程疑問的平台，所以學生表示A教師設計題目供學生分組討論，可增進學生概念的學習效果。不過除了增進學習的效果外，學生亦認為可以增進同學之間的感情，因此也提升了討論的動機。

學生1：(分組討論)就是對我來說，我一定會印象深刻，而且如果那樣的話，...等於就是同學之間互相討論的話，有討論有說的話，自己也有動腦筋想，那一定會牢記在心。

學生2：就是...就是那個分組討論，就是自己重新自己去思考，就是把那老師剛剛講的東西，全部再消化一次，然後就印象更深刻，然後觀念就更清楚。

學生3：我覺得那個分組very good，perfect，很完美。因為我覺得，你那樣子，就算...上課聽不懂，但是你可以增進學生情誼，而且聽不懂還可以進行討論。就是如果上課聽不懂，還可以請問...一起討論，就隔壁同學，可能他分組會找一些能力比較強的，跟能力比較弱的排在一起，這樣我覺得會比較好。

學生4：我覺得分組這樣的...這樣效果不錯，就是這樣的話，最重要的，因為...就像某同學剛剛說的，有很多同學是不敢問老師問題，然後這樣的話，經由那個同學這樣討論，那樣他本來不會，很有可能就在這個過程中就學會了。(甲焦980406年輪的形成)

(六) 類比：

在過程性的類比中，包含了角色、交互作用關係，可以表明過程的特徵、角色的互動並解釋交互的關係，使用學生熟悉的事件來想像過程的概念，更具體掌握其中涵義，例如用補手接球類比葉綠素吸收光能。A 教師使用事件類比來說明過程性概念，學生易理解，但學生若沒有類比物概念，則無法聯想。

學生1：A 老師會用那個比喻，來讓學生理解。...就是把那個葉綠體，就是當成那個捕手...然後他要接丟過來的球，你這樣的話，給學生有想像，想像的話就會比較容易理解。

研究者：(問其他學生) 你們有聽懂他 (A 老師) 捕手的意思嗎？

學生2：是棒球的那個捕手嗎？

研究者：對，那個捕手。

學生3、4：那我聽不懂。

研究者：你(學生3)不知道什麼是捕手，你還聽得懂嗎？

學生3：聽得懂。

研究者：為什麼？

學生3：就是他後面說的動作，就是接球的人。

學生4：那我聽不懂。(乙焦980415光合作用)

但從上述節錄資料中可知，當學生缺乏想像力或推理能力時，類比教學對學習者可能無效，甚至對學習者產生迷思概念(引自郭立研, 2005; Thiele & Tre August, 1994)，這表示運用類比表徵時，亦會受到學生先備概念的影響，雖有學生表示可從教師敘述的動作可以推測教師的類比，但若學生未具備「捕手」的概念時，教師的類比也相對無法提供學生聯想了。故教師使

用類比表徵時須詳細說明類比物與目標物的特徵或差異，讓教師與學生對類比有一致的詮釋。

三、學生覺知教師於「物質性概念」上使用不同教學表徵之看法

「腦部構造」與「花的構造」二個單元，因內容屬性為物質性概念、教授主題較明顯，在扣除非物質部份—小腦功能的介紹後，選擇這兩個單元作為學生觀看之教學影片主題。以下綜合學生覺知此兩個物質性概念之教學表徵之看法。

(一) 圖表說明—繪圖：

學生對於教師在黑板上的圖畫相當重視與依賴，認為 A 教師親自畫圖講解、標示部位名稱，會比自己看課本了解更深入、清楚。經過觀看教師繪畫至學生親手畫圖的動態建構過程，使科學概念的印象更加深刻。A 教師在學生特別容易不清楚的部位，一再重新描繪，讓學生印象深刻。而 B 教師未繪製圖形透過口頭講解，雖課本有圖片，但沒有對照標明，學生可能配對錯部位名稱，又或學生沒帶課本而分心進行其他活動，錯過學習正確觀念的機會，甚至帶來教室管理的困擾。

學生1：我比較喜歡 A 老師，因為有圖片的話，就了解構造的地方，也知道他指的是哪個地方，然後也會了解...清楚了解他的功能，而且印象會比較深刻。就是...就是一邊記然後一邊看圖片這樣子。(乙焦980408花的構造)

學生2：(圖解)更清楚。然後 A 老師在畫圖的時候，他還有另外用粉筆再描一次

那個部位的位置在哪裡，...就像我們知道，胚珠就在...胚珠在哪裡，就是在那邊。(甲焦980414花的構造)

學生3：就是只看課本的話，有些人不喜歡帶課本，又...不常帶課本的同學，就會要跟別的同學一起看，他們會藉此講話。

學生4：我覺得如果說看課本的話，如果聽不懂或是分心的話，就會在課本上亂畫，然後一直畫，畫到下課...

學生5：看課本，你就有時候老師在講那個部位，如果你對錯地方，就會全部的觀念都弄錯。

學生6：B老師沒有畫圖，然後全部都文字，就會讓人家有點會忘記。(乙焦980408花的構造)

(二) 板書設計：

A 教師利用畫圖配合講解，最後整理出筆記，以漸進寫板書與講解互相交替，學生在抄寫的過程較為連貫；B 教師講解一段停下來、寫一段，再講解一段，停下來寫一段，造成時空的空白，容易中斷學習的連貫性而不易聽懂。抄寫的過程中若又突然出聲，學生會有被打斷的感受，也容易忘記之前的內容。

另外，A 教師使用手勢在自己的後腦杓上比出小腦的位置，受訪學生一致認為經過老師的示範，可以加深印象並且容易吸收瞭解。

學生1：我覺得他（A教師）圖畫得很好，然後他之後再利用這個精美的圖畫，來做詳細的說明，然後最後才整理出筆記，我覺得這樣漸進式的說法，基本上有在認真聽的學生，絕對可以聽懂，然後上課氣氛也很好。(乙焦980408花的構造)

學生2：B老師邊在黑板上寫字，邊講解，所以整個就是斷斷續續，不容易聽懂。

學生3：B老師他畫到一個地方，就講一小段，畫到一個地方就(講)一小段，然後如果學生...抄筆記抄得很專心的時候，老師突然冒出一句話，你就很容

易忘記之前在講什麼。(甲焦980406小腦1)

(三) 圖表說明－製表：

B教師習慣將比較、分類的觀念運用分支圖來呈現，學生透過教師的整理，可以清楚了解此構造是歸類在哪一個層次之下，並且教師在構造的文字描述上十分詳細，使學生完成學習到定義與功能。

學生1：...其實我覺得B老師做得很好的一點，就是他把分支圖做完，就讓大家比較詳細，他是歸納到什麼類、什麼類、什麼類，這樣子同學在做筆記的時候，在複習的時候，就會更清楚他是分在什麼類。

學生2：一目瞭然。(甲焦980406腦部)

因此透過教師重新幫學生進行統整歸納後，學生較容易記憶與應付考試。關於此點，在鐘瑞珍 (2001) 研究中，也提到學生認為教師所呈現的圖表就是課本重點所在，對考試、記憶最有幫助的結果可以互相呼應。

第五章 結論與建議

本章第一節為結論，歸納研究結果；第二節為建議，將本研究的發現與結論，提供教師實際教學上的建議與參考；第三節則為對未來研究方向的建議。

第一節 結論

本研究比較一位初任及資深的國中生物教師在「過程性概念」與「物質性概念」上所使用教學表徵之差異。本研究採質性研究法，透過教室觀察、錄影錄音、文件蒐集、田野筆記等方法收集教師教學資料，比較兩位個案教師的教學表徵差異，並剪輯部分影片給學生觀看並進行焦點團體訪談，蒐集學生的觀點。本研究得到的研究發現如下：

一、一般教學表現的比較

兩位教師在一般教學表現上，有明顯差異：資深與初任教師在課程組織、課程內容、教學媒體、問答形式以及評量方式皆有明顯不同。

二、不同屬性概念的教學表徵比較

(一) 資深教師在不同屬性概念上使用不同之教學表徵

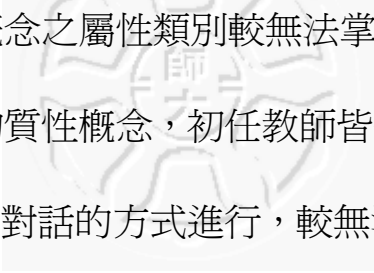
資深教師在過程性概念與物質性概念上之圖表說明、示

範、類比、說明舉例以及已知概念舉例有所不同。當解說過

程性概念時，其使用動態板書，將文字、繪圖與講解穿插進行，造成過程特性中整體、連貫的視覺與聽覺效果；說明物質性概念時，則選擇以靜態板書方式，繪圖與講解分開進行，做屬性或構造的介紹。在示範的部份，於過程性概念中使用角色扮演、手勢輔助；於物質性概念時，以比劃身體部位進行位置解說。過程性的概念類比層次豐富，包含功能、事件和關係；物質性概念類比為屬性類比。過程性的舉例以說明舉例方式為主，除了提出例子，更多說明例子發生的過程來幫助學生了解；物質性的概念則為生活化的已知概念舉例。在整體解說特性上，資深教師會強調過程性概念連貫、持續、流動、順序的特性；在物質性概念中，則是將構造與作用相關的概念穿插介紹，展現構造與功能的互動。

（二）初任教師在不同屬性概念上使用雷同之教學表徵

初任教師在呈現過程性概念與物質性概念時，除示範說明、說明舉例、已知概念舉例以外，其餘皆雷同。初任教師於過程性概念中使用教具呈現、說明舉例；於物質性概念上，較多使用模型講解構造、已知概念舉例。但在舉例的對象及豐富度上，皆以教科書為主，此可能是因初任教師預備課程的來源以教科書、備課用書為主之故。而初任教師可能



對生物學科概念之屬性類別較無法掌握與深入體會，故無論是過程性或物質性概念，初任教師皆使用靜態板書、比較表格、課本圖文對話的方式進行，較無法展現過程性與物質性概念之特性。

三、兩位教師在過程性概念上教學表徵的比較

(一) 資深教師在過程性概念教學上使用多元表徵

資深教師在過程性概念的教學上，常使用動態板書的圖解說明、問答、分組主題討論並進行角色扮演的示範，來說明過程性的概念。口語表徵部分則利用多元類比、生活舉例及重複的方式，加深同學印象。在語言表達上，會強調過程性概念的特性。

(二) 初任教師在過程性概念教學上使用表徵較單一

初任教師在過程性概念的教學上，常使用綱要表格、靜態的板書說明、問答等方式並進行教具的示範，即使是過程的概念，仍習慣以表格做比較與統整。在語言表達上，有時會使用物質性概念的用語，來說明過程性概念。

四、兩位教師在物質性概念上教學表徵的比較

(一) 資深教師在物質性概念教學上使用多元表徵

資深教師在物質性概念的教學上，使用靜態板書的圖解

說明、問答、生活化學例來加深學生印象。並會按課程內容，加入相關的過程性概念。

(二) 初任教師在物質性概念教學上使用較單一表徵

初任教師在物質性概念上，皆使用綱要表格、分支圖的方式介紹，構造部分則只是學生看課本圖片，口述部位名稱。課程順序、舉例來源以課本為主。

五、學生覺知教師在不同屬性概念的教學表徵

(一) 過程概念中，學生較能理解資深教師之教學

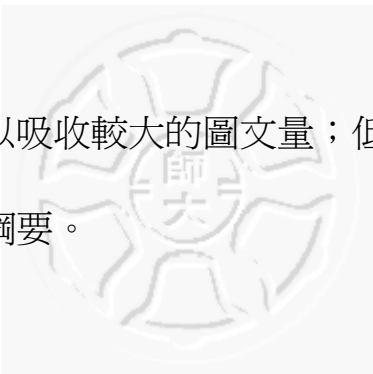
透過焦點團體討論，學生認為資深教師之教學使其更清楚明瞭課程內容。包括提問開頭方式、動態板書的圖解過程、角色扮演、深入層次的問答、分組討論、事件類比等，皆使學生對教師所呈現的過程性概念更加印象深刻與瞭解。

(二) 物質概念中，學生認為兩位教師各有特色

物質性概念中，學生意見較為分歧，兩位教師皆有優缺點。A 教師之圖解說明、已知概念舉例；B 教師之分支圖、表格筆記，皆是學生認為能協助學習的方式。

(二) 學生的成就背景會影響其對教師教學表徵的覺知

高成就學生較能跟上資深教師加深加廣的課程內容；低成就學生認為初任教師以課本為主的內容適中。而筆記方面，



高成就學生可以吸收較大的圖文量；低成就學生則較能適應簡短的表格或綱要。

第二節 建議

一、對師資培育的建議

(一) 增加初任教師觀摩資深教師教學的機會

初任教師可經由觀摩資深教師的教學，從中習得教學表徵的多元種類與應用方式。尤其是開頭、引導問答、生活舉例、概念精確度等部份，可藉以提昇自身的教學品質。

(二) 建立動態板書的流程，供初任教師參考

過程性概念的特徵為發生順序、時間性及位置的交互關係，宜將資深教師流暢的動態板書過程，建立起實施流程，提供初任教師教學時參考。

二、對科學教育的建議

(一) 教師應了解不同屬性的概念特性，並選擇適當的教學表徵

教師必須了解概念本質的特性，才能挑選適合的教學表徵，強化學生對概念本質得理解與內化，進而提升學生學習的效果。在過程性概念中，若有物質概念的基礎，將能提升

整個作用與發生過程的了解，故教師在此同時介紹過程與物質概念，而非獨立分開介紹，不失為一個好的教學方式，而這也與生物學知識－難以分離切割、彼此相關的特性有關。但若是以單純的物質性概念來說，則可增加生活化舉例圖示說明、比較表格或分支圖來提升學生對物質屬性的理解。

（二）教師應選用符合屬性概念的語言進行教學

學生對概念的了解與詮釋，常沿用教師使用的語言，故教師應注意教學時所使用語言，採取該屬性特性的言詞引導。教師了解不同屬性概念特性後，應於教學時強調各概念的特性，並選用符合該屬性概念的語言，如以交替進行、週而復始、流動方向等表示過程的進行；以個數、比較、形狀等表示物質的特性。教學中，應避免使用物質性概念之語言詮釋過程性概念，以免造成學生錯誤的屬性分類與限制其對整體、連貫性之理解。

（三）教師應採用不同教學表徵滿足不同程度學生的需求

從學生對教師教學表徵的覺知來看，高成就學生需要較大量的課程補充來滿足其求知慾；低成就學生則需要教師提供綱要整理，使其掌握課程主旨。故教師需要考慮常態分班下不同學生的需求，資深教師可增加表格、重點的統整，而初

任教師可增加課程的深度與廣度。




第三節 未來研究方面

本研究未來的發展方向為：

一、本研究是針對教師於不同屬性概念的教學表徵進行比較，建議未來可以針對生物課程中較小的主題，對其屬性與教學模式進行深入的觀察與分析，從概念本質的觀點，進行教學的改良。

二、本研究僅比較教師的教學表徵，學生部份僅以焦點團體方式理解，未來比較初任與資深教師，不同概念之教學表徵針對學生進行前後測驗，了解表徵差異實際對高中低分組學生的影響。



參考文獻

一、中文

王韶囊 (2002)：國中生物科資深教師教學策略之個案研究。國立高雄師範大學碩士論文。

李坤崇 (2004)：修訂 Bloom 認知分類與命題實例。教育研究月刊 2004(6), 98-127.

李暉 (1999)：科學話語與科學概念之學習：以國中生理化課學習為例。彰化師範大學科學教育研究所博士論文。

李憶萍 (1996)：一位高中生物教師教學表徵的詮釋性研究。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文。

汪玉婷 (1992)：國中地球科學教師學科教學知識之研究。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。

林美淑 (2004)：國中自然科教師學科教學知識成長之行動研究。彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。

林芬遠 (1996)：國中生物課口語之探討。彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。

林曉雯 (1994)：國中生物教師教學表徵的詮釋性研究。國立台灣師範大學科學教育研究所博士論文。

邱美虹 (1998)：概念改變研究的省思。論文發表於中華民國第十四屆

- 科學教育學術研討會。高雄市：國立高雄師範大學。
- 邱美虹 (2000): 概念改變研究的省思與啓示。科學教育學刊, 8(1), 1-34.
- 洪綺霞 (2004): 國中資淺暨資深自然科教師概念組織、教學表徵、發問問題類型與評量方式之研究-以溫度與熱單元爲例。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 高惠瑾 (2005): 探究一位效能教師教學概念生態的教學表徵與學生科學概念學習之分析研究。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 涂可欣 (譯) (2004): Mayr, E. 著。看！這就是生物學。台北：天下遠見出版社。
- 康軒文教事業出版社 (2007): 國中自然與生活科技教科書 第一、二冊。
- 張春興 (1996): 教育心理學—三化取向的理論與實踐(修訂版)。台北：東華書局。
- 張鳳珠 (1996): 科學教師對其教學與教學行爲之知覺與思考。國立彰化師範大學科學教育學系碩士論文。
- 張賴妙理 (1999): 初任暨資深國中生物教師在運輸作用、遺傳與演化單元的教學表現之個案研究。國立台灣師範大學科學教育研究所博士論文。

郭立研 (2005)：初任及資深國珠生物教師的教學比較－以『動物體內的資訊網』和『生物體內的恆定性與調節』單元為例。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。

郭義章 (1998)：國中初任理化教師思考與呈現其學科教學知識之個案研究。科學教育期刊，1998(8), 53-69.

郭蕙菊 (2003)：國民小學實習教師與初任教師教育專業認知之研究。國立嘉義大學國民教育研究所碩士論文。

陳向明 (2007)：社會科學質的研究。台北市：五南出版社。

舒煒光 (1984)：觀察與理論。科學哲學導論 p251-282。台北市：五南圖書出版社。

黃永和 (1997)：教學表徵－教師的教學法寶。國教世紀，178，17-24。

黃佳杏 (2007)：從突現過程本體面向探討生物恆定性概念改變－以七年級學生為例。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。

詹耀宗 (1994)：科學教學中之語言行為－一位國民中學理化教師之詮釋性研究。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文。

劉麗玲 (2000)：國中資深理化教師教學表徵之個案研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。

蔡美娟 (1999)：國中資深與初任生物教師運用生活事例於教學之個案比較。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。

謝裕昇 (2007)：探討國中學生對自然科教師口語解釋理解情形之研究。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文。

鐘瑞珍 (2001)：國中生物教師教學表徵與學生學習之關係。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文。

二、西文

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., & Wittock, M. C. (2001). Summary of the Changes from the original framework. In L. W. Anderson, D. R. Krathwohl, P. W. Airasian, K. A. Cruikshank, R. E. Mayer, P. R. Pintrich, J. Raths, & M. C. Wittock (Eds.), *A taxonomy for learning, teaching, and assessing : A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives* (pp.263-270). New York: Addison Wesley Longman, Inc.

Ball, D. L. (1990). The mathematical understandings that prospective teachersteachers bring to teacher education. *Elementary School Journal*, 90(4), 449-466.

Barak, J. (1999). As 'process' as it can get: Students' understanding of biological processes. *International Journal of Science Education*, 21(12), 1281-1292

Berliner, D. C. (1986). In pursuit of expert pedagogue. *Educational Researcher*, 15(7), 5-13.

Berliner, D. C. (1988). The development of expertise in pedagogy. *American Association of Colleges for Teacher*

Education, Washington, D.C. (ED 298 122)

- Borko, H., & Livingston, C. (1989). Cognition and improvisation: Differences in mathematics instruction by expert and novice teachers. *American Educational Research Journal*, 26(4), 473-498.
- Buckley, B. C., & Boulter, C. J. (2000). Investigating the role of representations and expressed models in building mental models. In J. K. Gibert and C. J. Boulter (Eds.), *Developomg models on science education* (pp.119-135). Dorfrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Burry, J. A., & Bolland, K. A. (1992). Describing expert science teaching. *Journal of Personnal Evaluation in Education*, 5,313-319.
- Chi, M. T. H. (2005). Common sense conceptions of emergent processes:Why some misconceptions are robust. *Journal of the Learning Sciences*,14, 161-199.
- Chi, M. T. H., Slotta, J. D. & Leeuw, N.D. (1994). From things to processes: a theory for conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- Chi, M.T.H. & Roscoe, R.D. (2002). The processes and challenges of conceptual change. In M. Limon and L. Mason (Eds). *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice*. (pp. 3-27). Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Clermont, C. P.,Borko, H.,& Krajcik, J. S. (1994). Comparative study of the pedagogival comtent knowledge of experienced and novice chemical demonstrators. *Journal of research in Science Teaching*, 31(4),419-441.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning

- science. *Science Education*, 75(6), 6349-672.
- Fey, J. T.(1970). Patterns of verbal communication in mathematics classes. New York:Teacher college, Columbia University.
- Fisher, K. M. (2000). The nature of biology knowledge. In K. M. Fisher, J. H. Wandersee, & D. E. Moody (Eds.), *Mapping biology knowledge* (pp.25-37).Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Fuller, F. F. & Bown , O. H. (1975). Becoming a teacher. In K. Ryan(Ed.), *Teacher education* (74th Yearbook of the National Society for the Study of Education).Chicago :University of Chicago Press.
- Gall, M. D. (1987). Discussion method. In M. J. Dunkin (ed.), the international encyclopedia of teaching and teacher education. New York: Pergamon.
- Garnett, P. J., & Tobin, K. (1988). Teaching for understanding: Exemplary practice in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(1), 1-14.
- Grossman, P. L., Wilson, S. M., & Shulmsn, L. S.(1989). Teachers of substance: Subject matter knowledge for teaching. In M. C. Reynolds (Ed.), *Knowledge base for the beginning teacher*. New York: Pergamon Press.
- Hauslein, P. L., Good, R. G., & Cummins, C. L. (1992). Biology cognitive structure:From science student to science teacher. *Journal of in Science Teaching*, 29(9), 939-9460.
- Hiebert, J., & Carpenter, T. P. (1992) . Learning and teaching with understanding. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp.65-97) . New York :

Macmillan

- Leinhardt, G., & Smith, D. A. (1985). Expertise in mathematics instruction: Subject matter knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 77(3), 247-271.
- Lemke, J. L.(1990). Talking science : Language, learning, and values. Norwood,NJ: Ablex.
- Lesh, R. (1979). Mathematical learning disabilities: Considerations for identification, diagnosis, and remediation. In R. Lesh, D. Mierkiewicz, & M.G. Kantowski(Eds), *Applied Mathematical Problem Solving*. Columbus, OH:ERIC/SMEAR.
- Lin, Chen-Yung & Reiping Hu (2003). Student' understanding of energy flow and matter cycling in the food chain, photosynthesis, and respiration. *International Journal of science education*,25(12), 1529-1544.
- Lin, S. W.,& Yang, J. H. (1998). Biology teachers' knowledge base of instructional representations. Proceedings of the National Science Council. ROC(D), 8(1),22-32.
- Mayr, E. (1982) The growth of biological thought: Diversity, evolution and inheritance, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Mayr, E. (1997). This is biology: The science of living world. Cambridge, MA : The Belknap Press of Harvard University Press.
- MacDonald, D. (1996). Making both the nature of science and science subject matter explicit intent of science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 7(3), 183-196.
- McDiarmid, G.W., Ball, D.L. & Anderson, C.W. (1989). Why staying one

- chapter ahead doesn't really work : Subject-specific pedagogy. In M. C. Reynolds(Ed.), Knowledge Base for the beginning teacher. Oxford : Porgamon Rress.
- Miller, J.G. 1973. "Living system",the Quarterly Review of Biology 48,63-276.
- Nagel, E. (1961). The structure of science : Problems in the logic of scientetific explanation. New York : Harcourt, Brace & World.
- Rosenberg, A. (1985). The structure of biological science, New York, Cambridge University Press.
- Roth, Wolff-Michael (2005). Talking Science: Language and Learning in Science Classrooms; Rowman & Littlefield Publishers, Inc.; 2005-06-00.
- Shulman,L.S. (1986).Those who understand:Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*,15(2), 4-14.
- Smith, B. O. & Meux, M. O. (1970). A study of the logic of teaching. *Urbana: Bureau of educational research*, College of Education.
- Sterberg, R. S., & Horvath, J. A.(1995). A prototype view of expert teaching. *Educational Researcher*, 24(6), 9-17.
- Thiele, R. B., & Treagust, D. F. (1994). The nature and extent of analogies in secondary chemistry textbooks. *Instructional Science*, 22, 61-74.
- Waheed, T., & Lucas, A.M. (1992). Understanding interrelated topics: Photosynthesis at age 14+. *Journal of Biology Education*, 26(3), 193-199.

Wilson, S. M., Shulman, L. S., & Richert, A.E. (1987). “150 different ways” of knowing: Representations of knowledge in teaching. In J. Calderhead (Ed.), *Exploring Teachers' Thinking*. London: Cassell.

Zoubeida Dagher & George Cossman (1992). Verbal explanations given by science teachers: their nature and implication. *Journal of Research in Science Teaching* 29(4), 361-374.