

教學模組設計的特質及其功能的分析 以一個另有概念改變的教學模組發展為例

盧秀琴

國立台北師院自然科學教育系

摘要：因應我國中小學教師對於九年一貫課程綱要和學校本位的需求，每年要負責開發或設計部分的課程或教材，本研究整理中小學自然科教師應具備哪些設計教學模組的專業能力，並綜合國內外學者的研究，整理教學模組設計的特質，提供給我國中小學教師做參考。其次，本研究列舉一個另有概念改變的教學模組發展實例以顯示一種教學模組的功能。本研究首先分析國中教科書之「細胞相關課程」教材，以此為標準，蒐集大台北地區國中學生產生的另有概念，分析歸納成數個另有概念類型，設計概念改變教學的活動，將這些教學活動整合在原有的國中「細胞」單元中，分割成數個獨立的教學活動，組合形成「細胞」單元學生另有概念改變的教學模組設計，提供給國中生物教師參考，國中教師可以根據自己個案班級學生的另有概念類型，挑選適當的教學活動，自由組合應用在「細胞」單元的教學。

關鍵詞：教學模組設計的特質、另有概念改變的教學模組

壹、前言

根據教育部九年一貫課程綱要，歸納九年一貫課程的精神有：1.學習應以學生為中心，強調學生探究的學習方式，以培養學生能力取向代替傳統以灌輸學生知識的取向；2.教材以概念為核心統整各學科，強調生活化的題材，強調合作式學習；3.增加教師負擔部分教材設計的任務，增加以學校為本位的課程內容，強調以脈絡情境取材；4.融入資訊科技教學，實施多元的評量(教育部，2004)。

為因應九年一貫課程的精神，陳忠志、黃恆欽和柯奉孝(2003)曾做教師對九年一貫課程的理念與實務的調查，歸納一些重點如下：1.在理念上教師對於以學生為主體、教學活動以探究方式進行、教材應生活化、教學目標應培養學生基本能力、評量方式應多元化等五個主題均表示認同，且實際可行；2.對於物理、化學、生物、地科、生活科技統整為同一學習領域的理念和可行度都較難接受；3.教師的教學現況大致瞭解並運用探究式教學、多元化評量與充分運用校外資源；4.教師沒有足夠的信心去自編統整合科的教材，且對市售審定本的統整程度也未高度的認同；5.教師為了上級機關重視的需求，採用配課方式來應付合科的領域教學，但仍未能有效實施統整的新課程。

對於自然分科和合科的教學，Giroux (1992) 認為在比較傳統的國家社會，知識的分配越聚集集中，知識的結構和課程則傾向分化而獨立成為單一學科；而在民主開放的國家社會，知識的結構則朝向世俗化與多元化，課程則傾向統整。課程統整是一個相當有層次的概念，不僅要將物理、化學、生物、地科、生活科技統整全放在一個課本，由一個老師來教或協同教學，統整的層次應該由概念統整、學科內統整、學科間統整、甚至領域統整，可由老師視其需要來統整(林陳涌，2003)。

九年一貫課程在教材內容上沒有統一的規定，並保留 20% 的彈性時間給學校和教師自行協調使用，目的是使教學能符合學校或班級的個別需要或發展學校本位課程；但相對而言，教師必須具備設計部分課程與教材的專業能力。教育部(2003)說明九年一貫課程對教育的影響，不僅是課程的改革，也是徹底改變我們對教師的期望；教師的角色從官定課程的執行者轉變成課程的設計者，從被動的學習者轉變成主動的研究者，從知識的傳授者轉變成學生基本能力的引發者。

綜合以上的談論，目前的教育改革為配合九年一貫課程的綱要，因應九年一貫課程的精神，教師的角色會從官定課程的執行者轉變成課程的設計者，目的在觀察自己學生的需要，設計適當的教學活動或合適的教學模組，以幫助學生培養十項基本能力，並獲得自然與生活科技領域的概念、技能、情意的學習。對自然科教師而言，要負擔部分教材設計的任務並不是容易的事，本論文從教師如何具備設計教學模組的專業能力、教學模組設計的特質去探討，最後列舉一個概念改變的教學模組發展實例做回應，希望能獲得中小學教師的迴響，願意針對自己的需求，嘗試去設計合適的教學模組應用在自己的教學上。

貳、教師如何具備設計教學模組的專業能力

教師的專業知識包括學科內容知識(content knowledge, CK)和學科教學知識(pedagogical content knowledge, PCK)。即教師必須瞭解科學的概念、原理、原則和科學知識發展史外，還應具備豐富的科學教學知識，才能把科學內容知識轉換成學生可以接受的形式，呈現給學生(Anderson, 1987)。目前，我國的各種師資培育機構正努力朝這兩方面在培育師資，希望養成的教師和現成的教師皆能具備學科內容知識和學科教學知識。針對教師必須具備設計部分課程與教材的專業能力，本論文整理幾種主要的設計教學模組之專業能力如下所示。

一、將科學史融入自然科課程的能力

許多研究指出藉由科學史的發展可以看出學生有很多先前概念與科學史是平行的，如果科學學習過程中能結合科學史的情境，可以提高學習興趣，消除學生在科學學習中的困惑，增加學生對科學的理解(Driver & Easley, 1978; Wandersee, 1986; King, 1991)。因為在科學史情境中，學生可以見習科學家在面對問題時，探究問題、思考問題、解決問題的歷程，進而學習其中所蘊含的科學本質。融入科學史的課程設計有兩類：一為以科學史的發展為主軸，再將科學概念融入；另一則以課本的科學概念為主軸，再以事件的方式將科學史融入；兩者均強調科學發展過程的探討與見習科學家如何解決問題(洪振芳, 1998)。在教學活動的設計可以用重複科學史上的重要實驗(Lin & Chen, 2003)、科學故事課程(鄭子善、劉聖忠, 2000)、歷史對話(廖麗貞、洪振方, 1999)，藉助科學史豐富的歷史情境與人文內涵，透過小組討論對話，讓學生思考，設想自己是科學家，去體驗多元理論的競爭、實驗的歷程和建立假說與學說。

二、指導學生學習概念構圖的能力

Novak 和 Gowin (1984)認為概念構圖能幫助學生了解知識的構造及產生的過程，此即後設認知的學習。概念構圖一方面可以讓學生對自己的知識做概念分析，另一方面可以培養有效的學習方法以理解自己的認知歷程。概念構圖既是一種有意義的學習方式，綜合其學習策略應具備知識的表徵及應用、後設認知經驗及後設認知技能、認知活動的監控及調整和思考的自我管理等成分(Wandersee, 1990; Howe, 1996)。概念構圖的意涵和功能為：1.當兩個概念用一個聯結語連起來，而且形成一個命題(proposition)，則稱為概念圖，但一般的概念圖不會只包含兩個概念。2.概念圖是使學生內在基模圖像外顯的工具，透過概念圖，老師可以看到學生們賦予一組概念或數個群組概念的意義。3.概念圖是讓師生以視覺化的方式呈現概念與它們之間的階層關係。4.學生從繪製概念構圖的過程中，可以建構新的概念關係，特別是沒有明顯關係的概念。5.概念構圖可以幫助學生知道其錯誤的知識結構而予以修正(Wallace & Mintzes, 1990)。

陳祥(2002)從事概念圖教學在高中生物學習成效之研究，指出使用概念圖教學的學生，生物成績高於傳統教學的學生，診斷測驗成績和概念圖成績呈現正相關；在概念圖教學教學感受性問卷發現，自然組興趣取向的學生高於社會組興趣取向的學生，多數教師認為概念圖教學對學生有益，應該在課程進行後實施。

三、具備類比教學的能力

Duit (1991)認為類比在概念改變上是重要的軸心，因為它可以同時再建構新、舊兩個資訊。而類比教學是讓學生透過聯想，把抽象的、未知的事物(研究對象)對比具體的、熟悉的事物(類比對象)，依據兩個對象之間存在某種類似或相似的關係，從已知對象具有的某種性質去推論未知對象應具有相應的性質(Gentner, 1989; Gentner & Toupin, 1986)。

Glynn (1989)分析 43 所學校(包括國中、高中和大學)的科學教科書中使用類比的情形，類比推理的實證研究，及教科書的編輯資料，發展出類比教學模式(Teaching with Analogies Model, 簡稱 TWA)，引導教學者如何有系統的建構類比，作為學生解釋重要的科學概念時，使用教學策略上的指導方針。TWA 模式包括六個教學步驟：1.介紹科學概念，2.喚起類比概念，3.辨認類比物特質，4.映射相似的特質，5.導出科學概念的結論，6.指出非類比之處。高淑芬和邱美虹(民 87)則認為類比的歷程應包含：1.從長期記憶中找出適合的類比物—檢索階段，2.將兩領域相似部分配對—對應階段，3.應用對應的結果學習目標領域的知識—學習階段，對應是整個類比思考的核心過程。

四、結合實驗設計與放聲思考法的能力

Friedler, Amir & Tamir (1987)利用「蛋黃膜和玻璃管加入蔗糖」的實驗設計，讓學生觀察、紀錄水在蛋黃膜內隨著時間上升的高度曲線，以說明或解釋細胞膜的滲透性，並讓學生放聲思考回答設計的問題；如此可以看到學生的滲透作用概念發展和另有概念，以及整個思考的心路歷程，幫助教師瞭解學生如何學習。

郭重吉(1990)提出放聲思考法，即研究者提出一個問題，要求受試者在提出解答的過程中，隨時把想到的事情大聲的說出來。雖然口語的表達與思考之間，依然有些差距，但是透過講說出來的方式，卻比學生用書寫的方式或由研究者直接觀察，更能清楚探究大腦內的思考歷程(葉淑華, 2002)。Slack 和 Stewart(1990)說明使用放聲思考法來研究受試者的內在思考歷程，研究重心並不是在描述、解釋、證明、合理化或詳細說明受試者在做什麼，而是要表達出他們在尋求解答時是如何得到資訊的。

五、使用探究式教學策略的能力

為了使學生成為學習的主角，教師成為協助者與促進者，Trowbridge 和 Bybee (1990)提出以探究式教學法為基礎的 5E 教學模式，包括：參與(engagement)、探索(exploration)、解釋(explanation)、精緻化(elaboration)與評鑑(evaluation)等五個階段；參與是使教學活動能引發學生的學習興趣而主動參與，能將學生的經驗與課程內容相連結，經由提問、定義問題和呈現矛盾等方式，引導出探討題綱的方向。探索是教師以學生的共同經驗為基礎，給予充分的時間與機會，協助學生進行探索與活動操作，並從中學習科學概念與過程技能。解釋是學生能確實理解科學知識與過程技能，在此階段，先請學生提出解釋，教師再以學生的想法為基礎，運用口頭、影片或教學媒體等方式，簡單、明確的介紹科學概念或過程技能，引導學生進入下一個階段的活動，這是有別於直接講述的教學方式。精緻化是重視學生之間的互動，營造出能促使學生討論以及互相合作的學習環境，分享想法並給予回饋，以建構個人的理解。此階段重視學生是否能將其所形成的解釋，應用於新的情境或問題中，本階段在強調科學知識與過程技能的一般化，使學生發展更深、更廣的理解。評量是由於學生進行探索與提出解釋後，給予回饋是很重要的，所以，教師在每個階段的活動中，皆可以進行形成性評量，教師對學生的理解進行評量，並提供學生應用科學知識與過程技能的機會，或者，經由學生自我評量，瞭解自己的學習情況。

六、靈活使用多元評量的能力

評量可以幫助教師和家長瞭解學生學會了什麼，以及還有哪些需要學習；也可以讓大眾瞭解學生的學習狀況以反應該校辦學的績效。所以，評量是一個用來溝通的歷程，它用來告訴學生、教師、家長和做決策的人一些關於學生學習的狀況。越來越多的教育學者嘗試以紙筆以外的評量策略來評估學生學習的表現，例如：真實性評量(authentic assessment)或實作評量(performance assessment)，這些評量可以評估學生在真實情境中的表現(Bredenkamp, 1989)。教師如何靈活使用多元評量和客觀詮釋評量結果變得非常重要，例如：教師透過語言、文字、作品、活動、實驗操作和角色扮演來看學生的表現，如何自我要求建立客觀的評量基準，多方面去瞭解學生，或加入學生的自我評量，使評量的過程加深、加廣，並鼓勵學生對自己的行為負責任，可以看到教學成效和師生良質的互動。

綜合以上所言，一個教師在教室中教學，很常使用類比教學，應該學會類比教學模式，注意類比物和目標物的相關性和應該避免的地方；融入科學史的教學可以提高學生的學習興趣，消除學生在科學學習中的困惑，增加學生對科學的理解；應用探究式教學策略，可以使學生成為學習的主角，教師成為協助者與促進者；若能應用實驗設計與放聲思考法讓學生一邊操作實驗，一邊放聲思考回答問題，更能讓教師清楚瞭解學生大腦內的思考歷程；最後，指導學生將所學習的科學知識整理成概念圖，讓學生對自己所獲得的知識做概念分析，以及理解自己的認知歷程。當然，教師進行教學模組的教學時，隨時都在做評量，如何正確而靈活的使用多元評量，自我要求建立客觀的評量基準，是決定師生互動良好與否之重要依據。

參、教學模組設計的特質

由於九年一貫課程的精神是以學生為主體，強調教材內容應以學生日常生活經驗為中心，由生活中學習科學，由科學中學習生活；而學校教師擔負有設計部分課程的任務，故建議教師可以根據在教學現場中師生的互動情形，發現現有課程不完備的地方，並根據自己與學生的需求，設計或修改現有課程成為符合師生需求的教學模組。教學模組的設計是教師對進行教學的一種假設，目的是輔助教學能順利進行，幫助教師的專業知能與專業自信，而實踐程度則取決於教師信念與價值觀。

綜合許多國內外學者的看法，整理出教學模組設計的特質，提供給有興趣的教師參考與使用。1.教學模組的發展宜以學生為主體，將教學內容與日常生活經驗結合，提供學生動手操作的教學設計，希望提高學生的學習興趣外，能達到科學知識與科學技能的學習(陳均伊、張惠博、張文華，2003)。2.Inagaki 和 Hatano (1991)研究日本兒童日常生活中所擁有的生物知識，發現當兒童擁有和日常生活經驗有關的生物知識時，其學習成效比沒有這些經驗的兒童來得好，也較能彈性的應用知識以進行合理的類比和預測。3.教師在設計教學活動時，應瞭解學生的起點行為，以起點行為做情境式問題導引，設計符合學生需求的活動，提供學生發表想法的機會，教師隨時給予鼓勵和支持，若學生的想法和科學概念不符，教師應適切的引導或引起學生感受概念衝突，以協助學生的學習(張俊彥、賴麗琴，2003)。4.Rithchic 和 Rigano(1996)說明科學的教學應真實反應從事科學探究的歷程，提供學生實際做科學的機會，藉此培養學生科學知識與探究技能，科學學習過程若能結合科學史的情境可以提高學習興趣，消除學生在科學學習中的困惑，增加學生對科學的理解。5.McNeil (1995)認為教學模組是指教學內容獨立而完整的一個教學單元，教師可以依照教學時間和課程目標的需求，將數個教學活動組合成一個教學模組，各個教學活動間並沒有

一定的教學順序或重要性。6.賴慶三和楊繼正(2001)亦指出教學模組是一種現代化、適性化的教學活動設計，具有較明確的目標，涵蓋多樣性的教學方法，並運用充足的教學資源來完成教學活動。7.教學模組的內容須與九年一貫的基本能力和分段能力指標相符合，採取多元化的教學方式，重視教學內容和真實生活的連結，提供學生主動建構知識的教學情境，學習過後，能實際應用於日常生活中(盧秀琴，2001a)。8.教學模組可以統整各學科間的相關概念，但若一直執著於跨學科的統整，可能使教學模組的內容過於龐大和艱深，增加學生的學習負擔和困難，教師應該視其需要而統整學科概念的相關性，只要教學內容具有連貫性，就能達成教學目標(陳均伊、張惠博、張文華，2003)。9.發展教學模組的方向是將原本較生硬的教材，運用較生動的教學策略，融入學生的日常生活經驗；但教學內容應具備科學知識的學習、實際動手操作的實作技能培養，增加多元評量的項目，以培養學生創新和欣賞的能力(張俊彥、賴麗琴，2003)。10.教學模組設計完畢應透過試教、課室觀察過程，以教學活動日誌、教學觀察意見表、同儕評鑑表來評鑑教師的教學過程；以學習活動單、多元評量和歷程檔案來評估學生的學習成效和學習興趣；並藉由合作行動研究修正教學模組的不恰當處(陳文典，2001)。11.由於常態班級的學生具備以下的特性：日常生活經驗多元化，學習成就成常態分布，異質性的背景知識不易掌控，多數學生期望教師直接提供答案，不願從事思考性的活動，教師應多了解自己的學生，才能掌握設計的教學活動能夠順利進行(張永達、黃璧祈、林佳慧，2003)。12.教學模組的設計是在幫助教師以後的教學，應順應教師自己的需要去設計教學模組，而不是為競賽、得獎去設計教學模組，例如教師可根據學生的另有概念，去設計有助於學生改變概念的教學模組(盧秀琴，2001b)。

綜合以上所得，認為教學模組應採用多元化、適性化與多樣性的教學活動，以學生為主體的教學設計，提供學生主動參與、動手操作、小組討論和撰寫報告的機會。教師利用模組教學時，可將其分割成數個獨立的單元，或是組合成數個教學活動設計，依教師的教學目標與授課時數的需要，彈性運用教學模組的內容，才能提升學生的學習成效。

肆、一個概念改變的教學模組發展實例

本研究從事國中教科書之「細胞相關課程」教材分析(盧秀琴，2005)，利用研究工具「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗(簡稱 TIWM, Two-tier multiple choice Instrument of the World under Microscope)」，對大台北地區國中學生施測，搜集學生的另有概念做成另有概念類型分析(盧秀琴，2003a，2003b)。針對學生的另有概念類型，設計另有概念改變的教學活動設計，並融入國中原有「細胞單元」課程中，編製成國中「細胞相關課程」另有概念改變的教學模組。

一、國中教科書之「細胞相關課程」教材分析

從九年一貫課程綱要整理有關「細胞相關課程」的次主題為：生物是由細胞組成的，細目為：瞭解細胞是生命的基本單位及細胞的構造與功能，知道生物可分為單細胞生物與多細胞生物；多細胞生物體內，細胞會分工合作，形成組織、器官或系統。其次，蒐集國中所有現行版本的課程內容，繪製有關「細胞相關課程」的內容架構如圖 1 所示。

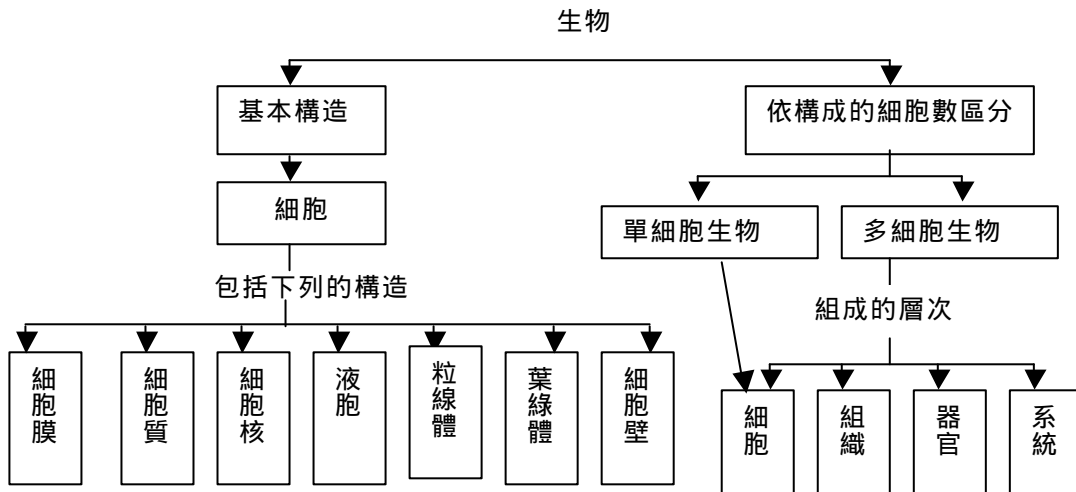


圖 1 國中細胞相關課程的內容架構圖

整理各版本的編輯教學理念，發現有些版本是以「校園走透透」出發，讓學生接觸所處的校園環境，注意生活週遭的生物各有其型態、構造和機能以適應環境；進而使用顯微鏡觀察水中小生物與動、植物細胞，並比較不同細胞的構造、形態，瞭解多細胞生物體內細胞分工合作形成的構造層次、各層次如何協調成為一個生命有機體。有些版本則以觀察「一幢建築物」出發，用類比教學聯結磚塊和細胞的相對應關係，之後介紹的內容則大同小異。教學重點為：「生命的起源與細胞的發現」介紹科學家對生命起源的看法，學生從細胞發現史瞭解虎克發現細胞的過程及其產生的影響，體會顯微鏡的發明與貢獻；「顯微鏡的使用」讓學生學習複式顯微鏡與解剖顯微鏡(有的版本)的構造、功能、使用方法與成像特性；「生物體的組成層次」讓學生比較單細胞生物與多細胞生物的異同，發現生物的共通性與歧異性，以及生物體的層次與分工合作方式，輔以實驗「水中的小生物」判斷生物與無生物、單細胞生物與多細胞生物；「細胞的構造」瞭解細胞的基本結構、形態，以及動植物細胞的異同。多數的版本都開闢有「討論教室」或「問題與討論」進行議題討論，例如：比較單細胞生物與多細胞生物的異同時，引導學生注意多細胞生物細胞之間必須分工合作的特徵，延伸到生物體層次的探討，或做活動延伸學習，讓學生學習完細胞到個體層次後，能整合其所瞭解的概念，分類各個層次。

二、國中個案班級學生產生的「細胞相關課程」另有概念類型分析

首先將大台北地區的國中生樣本分為新竹縣、桃園縣、臺北縣和宜蘭縣四群，再將這些地區依班級數的多寡分為大(76 班以上)、中(31—75 班)、小(30 班以下)三類群，再從這三類群學校中，依學生數之比例抽取三所學校之一定班級數為樣本，所抽到的班級之全部學生皆為施測對象，進行 TIWM 國中卷的施測；再選擇剔除無效樣本後，得國中一年級樣本數為 400 位。從 TIWM 的施測結果，歸納整理國中大台北地區國中學生對於「細胞相關課程」產生的另有概念類型，如表 1 所示。

表 1 國中個案班級學生產生「細胞相關課程」的另有概念分類型析

主要概念	另有概念說明	另有概念類型
細胞的定義	1.形狀規則、大小相似的構造如蜂窩，是細胞構造。 2.人的口腔皮膜細胞是肉色的。 3.洋蔥表皮細胞含有葉綠體，所以在顯微鏡底下作觀察，看到的會是綠色的。 4.葉綠體存在細胞的外面。 5 在顯微鏡底下看不到微小的葉綠體。 6.神經細胞不是細胞，而是其他東西。 7.原核生物沒有任何膜狀構造，所以沒有細胞膜。	經驗誤用模式
動植物細胞	1 動物細胞比植物細胞大，或植物細胞比動物細胞大。 2.植物細胞與動物細胞最大的差別在於：植物細胞都有葉綠體，動物細胞則沒有。	化約模式
細胞的構造及其功能	1.細胞膜在細胞壁的外面。 2.藍綠藻沒有細胞壁，因為只有植物細胞才有細胞壁。 3.只有部分植物細胞有細胞壁，像保衛細胞有細胞壁，洋蔥表皮細胞沒有細胞壁。 4.細胞質內含有重要的細胞，感覺水水的。 5.混淆細胞的胞器名稱，混淆胞器的功能。	記憶連結錯誤模式
單、多細胞生物的特徵	1.多細胞生物的細胞功能較多，且會分工合作，較容易獨立生存。 2.單細胞生物細胞簡單，比多細胞生物的細胞不容易生存。	推理不當模式
生物體的組成層次	1.葉子是由許多型態相同的細胞所組成，所以葉子是一種組織。 2.葉子型態、大小、形狀相似，所以是由細胞組成的組織。	認知錯誤模式
擴散作用	1.擴散作用是「濃度高的往濃度低的地方移動」，加濃鹽水，所以水往細胞中擴散。 2.混淆高張、等張、低張溶液的科學詞彙定義。	名詞錯誤模式

滲透作用	<ol style="list-style-type: none"> 1.細胞外的物質往細胞內移動的現象稱為滲透，而細胞內的物質往細胞外移動稱為擴散。 2.滲透是「水通過膜的擴散作用」，所以物質是擴散，水是滲透。 3.有藉擴散作用穿過膜的就叫做滲透作用，沒有藉擴散作用穿過膜的就叫做擴散作用。 	名詞錯誤模式
------	---	--------

三、「細胞相關課程」另有概念改變的教學活動設計

針對大台北地區國中學生的另有概念類型，透過研究群的討論與設計概念改變教學活動，並嘗試性的進行教學，彙整、修改成可行的教學活動，將各個教學活動設計以表 2 到表 9 做說明。

表 2 學生產生「細胞的定義」另有概念分析與概念改變教學活動設計

「細胞的定義」另有概念經驗誤用模式	<ol style="list-style-type: none"> 1.形狀規則、大小相似的構造如蜂窩，是細胞構造。 2.人的口腔皮膜細胞是肉色的。 3.洋蔥表皮細胞含有葉綠體，所以在顯微鏡底下作觀察，看到的會是綠色的。 4.葉綠體存在細胞的外面。 5 在顯微鏡底下看不到微小的葉綠體。 6.神經細胞不是細胞，而是其他東西。 7.原核生物沒有任何膜狀構造，所以沒有細胞膜。
使用的教學策略	應用 5E 探究式教學法進行顯微鏡的操作與細胞觀察
概念改變教學活動設計	<ol style="list-style-type: none"> 1.利用情境引導，讓學生說出細胞的定義、外型和構造。 2.指導學生利用顯微鏡操作，觀察口腔皮膜細胞、洋蔥表皮細胞、水蘊草細胞、青蛙血球細胞、運動神經細胞。 3.教師和學生討論這些細胞的名稱和構造；歸納整理這些都是細胞，因為它們都有細胞膜、細胞質及細胞核的構造。 4.詢問學生，這些都是細胞，為什麼差異會這麼大？並分組討論。 5.請學生上台說明「細胞」的定義和細胞差異性的目的。 6.請學生比較洋蔥表皮細胞和水蘊草細胞的異同，詢問學生，洋蔥表皮細胞是什麼顏色？為什麼會這樣？ 7.教師說明水蘊草細胞中綠色的顆粒是葉綠體的構造，詢問學生，葉綠體在細胞的裡面還是細胞的外面？顯微鏡看得到嗎？ 8.請學生比較口腔皮膜細胞和運動神經細胞的異同，詢問學生，口腔皮膜細胞是什麼顏色？為什麼會這樣？ 9.詢問學生，運動神經細胞的功能是什麼？它為什麼要長得長長的？ 10.教師綜合整理「細胞」的定義和細胞差異性的目的。

	<ol style="list-style-type: none"> 11.提供細菌和藍菌的圖片，教師說明這些圖片是原核生物，並指出細胞壁、細胞膜的構造，在細胞質裡沒有膜狀構造把細胞核內的物質包圍起來，所以看不到細胞核，但細菌和藍菌一樣有遺傳物質。 12.請學生比較青蛙血球細胞和細菌細胞的異同，詢問學生，細菌細胞的基本構造有哪些？
學習評量方式	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提供學生各式各樣的細胞和非細胞圖片，請學生依照細胞的定義做分類，分出哪些是細胞，哪些不是細胞，並說出他根據的標準。 2. 根據學生分類的結果，挑出學生錯誤的圖片，在黑板上集體討論，該生的分類標準和選擇的圖片，試圖引起概念衝突的地方，學生集體訂定概念錯誤的地方。 3. 提供學生一些細胞和非細胞圖片，再測試一次，評量學生的另有概念是否已經改變成科學家的概念。 4. 請學生寫出「原核生物」的細胞定義，並從細胞圖片中，分類真核細胞與原核細胞。

表 3 學生產生「動植物細胞」另有概念分析與概念改變教學活動設計

「動植物細胞」另有概念化約模式	<ol style="list-style-type: none"> 1 動物細胞比植物細胞大，或植物細胞比動物細胞大。 2.植物細胞與動物細胞最大的差別在於：植物細胞都有葉綠體，動物細胞則沒有。
另有概念分析	<ol style="list-style-type: none"> 1.學生一直認為動物細胞與植物細胞應該有大小的區別。 2.學生不了解不同型態和功能的細胞，大小是有差異的。 3.學生直覺反應，認為所有植物細胞都有葉綠體，會行光合作用。
使用的教學策略	應用 5E 探究式教學法進行教學
概念改變教學活動設計	<ol style="list-style-type: none"> 1. 教師事先準備放大倍率相同，大小不同的動植物組織各一，例如：口腔皮膜組織、洋蔥表皮組織，讓學生討論可能是什麼組織？ 2. 學生經過探索後，教師解釋給學生瞭解。 3. 教師指出組織圖上表示放大倍率的黑色 bar，詢問學生其代表的放大倍率是多少？引導學生瞭解如何計算，可以知道黑色 bar 代表放大的倍率。 4. 請學生分組比較兩張組織圖的放大倍率是否相同，如何判斷？ 5. 在學生確定兩張組織圖放大倍率相同後，請學生判定動物組織圖上有沒有動物細胞？植物組織圖上有沒有植物細胞？ 6. 請學生分別在兩張組織圖上圈選出一個細胞的範圍。 7. 詢問學生，動植物細胞最大的差異在哪裡？並歸納答案。

	<p>8. 請學生就一個細胞比較動植物細胞的大小。</p> <p>9. 再呈現不同形態的動植物組織圖(若前面一組是植物細胞較大，這一組則選用動物細胞較大的組織圖，例如：榕樹表皮組織、脊髓神經組織)，重複比較動植物細胞大小的步驟。</p> <p>10. 詢問學生，這和前一組圖片的差異在哪裡？動植物細胞有絕對的大小比較嗎？讓學生分組討論並台上說明討論的結果。</p> <p>11. 詢問學生，細胞的型態、大小和它的功能有關係嗎？請提出可以證明的證據來。</p> <p>12. 如果學生討論不出來，則詢問學生，洋蔥表皮組織、榕樹表皮組織是由植物細胞構成的嗎？</p> <p>13. 這些植物細胞的功能是什麼？為什麼這些植物細胞是扁平狀的？而且細胞內沒有葉綠體的構造？</p> <p>14. 那麼，怎樣的植物細胞才有葉粒體的構造？</p>
學習評量方式	<p>1. 提供學生各式各樣放大倍率相同的動植物細胞，請學生依照一個細胞的大小順序排列，由大排到小，並在下面註明每一個細胞是屬於動物細胞或植物細胞。</p> <p>2. 詢問學生，細胞的大小與它是動物細胞或植物細胞有絕對的關係嗎？</p> <p>3. 請學生寫出這些動植物細胞的功能和細胞的大小；並推論細胞的型態、大小和它的功能有關係嗎？</p> <p>4. 分析葉肉細胞、葉上表皮細胞、保衛細胞、葉脈微管束細胞，哪些有葉綠體的構造？哪些沒有葉綠體的構造？為什麼？</p>

表 4 學生產生「細胞構造及其功能」另有概念分析與概念改變教學活動設計

「細胞構造及其功能」另有概念記憶連結錯誤模式	<p>1. 細胞膜在細胞壁的外面。</p> <p>2. 藍菌沒有細胞壁，因為只有植物細胞才有細胞壁。</p> <p>3. 只有部分植物細胞有細胞壁，像保衛細胞有細胞壁，洋蔥表皮細胞沒有細胞壁。</p> <p>4. 細胞質內含有重要的細胞，感覺水水的。</p> <p>5. 混淆細胞的胞器名稱，混淆胞器的功能。</p>
另有概念分析	<p>1. 學生對於哪一種細胞或生物是否含有細胞壁，認識不清楚。</p> <p>2. 學生不了解胞器的科學詞彙，將細胞質內含有重要的胞器說成細胞質內含有重要的細胞。</p> <p>3. 學生不了解胞器的構造與功能，例如：葉綠體、液泡、粒線體等。</p>
使用的教學策略	應用圖形類比、複雜類比、敘事性類比進行教學

概念改變教學 活動設計	1.教師根據細胞內胞器的構造，尋找相似形狀的物體做說明，即使用圖形類比教學，並讓學生根據描述，尋找課本的細胞圖片之胞器。			
	構造類比物	形態	胞器構造	形態
	雞蛋蛋膜	薄薄的一層膜	細胞膜	提供課本的細
	雞蛋蛋白	濃濃的流動物質	細胞質	胞圖片做說明
	雞蛋蛋黃	圓球狀有膜構造	細胞核	
	布料的纖維	直橫交錯排列	細胞壁	
	小水球	球狀透明可伸縮	伸縮泡	
	可鬆麵包	多層膜狀的桿狀體	粒線體	
	算盤玩具	有一串串的構造	葉綠體	一串串的葉綠餅
	大水球	球狀透明	大液胞	
2.教師把細胞比喻成一間工廠，根據細胞內胞器構造的功能，尋找工廠內相似的角色做說明，即使用複雜類比教學；並讓學生根據描述，尋找課本的細胞圖片之胞器。				
功能類比物	功能	胞器構造	功能	
工廠外牆、窗戶	包圍、物質傳遞	細胞膜	包圍細胞和傳遞物質	
廠房	工作場所	細胞質	裡面包含許多胞器	
老闆辦公室	指揮中心	細胞核	調節細胞運作	
工廠外柵欄	維護廠房	細胞壁	維持固定的形狀	
抽水馬達	排水	伸縮泡	排出多餘水量	
發電機	供應能量	粒線體	產生能量的場所	
太陽能發電機	吸收太陽光能 轉成有用物質	葉綠體	吸收陽光能量， 進行光合作用， 產生糖類	
倉庫	貯存	大液胞	貯存代謝廢物和水分	
3.教師利用敘事性類比，說明細胞質並不是很均勻的液體，而是膠狀的流動性液體，裡面包含許多胞器，進行細胞的新陳代謝。如果以八寶粥比喻成細胞質一般，八寶粥裡面的桂圓、花生、紅豆等物質就相當於細胞質內各式各樣的胞器。				
4.教師呈現植物細胞和原核細胞圖片，讓學生比較之間的異同。				
5.教師引導學生指出所有植物細胞都有細胞壁的構造，此外細菌、藍菌等原核細胞也有細胞壁的構造。				
學習評量方式	1.選擇「細胞相關課程類比測驗」的工具當做學生的成就測驗。 2.填空題—選示細胞胞器的圖片，填寫胞器名稱和功能；			

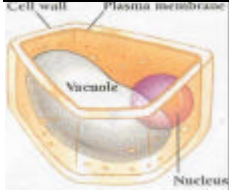
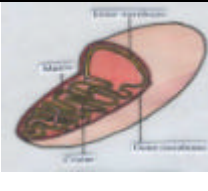
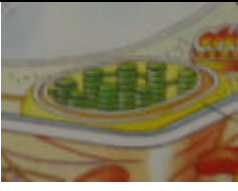
	<p>例如：</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">名稱：</td> <td style="width: 33%;">名稱：</td> <td style="width: 33%;">名稱：</td> </tr> <tr> <td>功能：</td> <td>功能：</td> <td>功能：</td> </tr> </table> <p>3.提供一堆細胞圖片，讓學生找出具有細胞壁構造的細胞，並說明根據什麼理由尋找的。</p>	名稱：	名稱：	名稱：	功能：	功能：	功能：
名稱：	名稱：	名稱：					
功能：	功能：	功能：					

表 5 學生產生「單、多細胞生物的特徵」另有概念分析與概念改變教學活動設計

「單、多細胞生物」另有概念	<ol style="list-style-type: none"> 1.多細胞生物的細胞功能較多且會分工合作，較容易獨立生存。 2.單細胞生物的細胞簡單，比多細胞生物的細胞不容易生存。
另有概念分析推理不當模式	<ol style="list-style-type: none"> 1.學生不知道該生物屬於多細胞生物，還是單細胞生物，所以用直覺來回答問題。 2.學生認為多細胞生物的細胞需分工合作，所以細胞較為複雜，而單細胞生物只有一個細胞，較為簡單，因此複雜的細胞較容易生存。
使用的教學策略	應用 5E 探究式教學法進行教學
概念改變教學活動設計	<ol style="list-style-type: none"> 1.直接以課本附錄的單細胞生物與多細胞生物圖片當作情境進行教學，請學生區分這些生物圖片，哪些是單細胞生物，哪些是多細胞生物？ 2.若學生無法區別，詢問學生「細胞的定義」為何？並根據細胞的定義說明單一個細胞的特徵。 3.請學生就「細胞的定義」來判定該生物圖片是屬於單一細胞所構成的？還是由多個細胞所組成的？ 4.綜合學生的探索結果，教師向學生解釋：單細胞生物，例如草履蟲等，本身只有一個細胞，它必須完成細胞所有的生命現象，例如：繁殖、感應、生長？所以一個細胞的構造就必須具備完成這些生命現象的功能。 5.教師向學生解釋：多細胞生物的細胞，如水螅，它的觸手細胞只擔任感應的工作、消化道細胞只進行消化工作，外皮層細胞只進行保護和生殖工作，所有的細胞合在一起才能完成其生命現象，單獨一個細胞已經分化成具有特殊功能，故無法完成所有的生命現象，所以單獨一個細胞不能存活。

	<p>6.教師再以課本附錄的單細胞生物與多細胞生物圖片，讓學生分組討論，哪一種生物的單一個細胞可以單獨存活？哪一種生物不行？原因各是什麼？</p> <p>7.引導學生說明：單細胞生物的一個細胞和多細胞生物的一個細胞做比較，哪一個細胞比較能獨立生存的理由。</p> <p>8.列舉數種常見細胞，如表皮細胞、眼蟲等，請學生發表哪些細胞較能獨立生存？</p>
學習評量方式	<p>1.提供多種單細胞與多細胞的生物圖片，請學生挑選出單一細胞即可獨立生存的細胞圖。</p> <p>2.讓學生說明這些生物，為什麼單一細胞即可獨立生存的理由。</p> <p>3.請學生列舉自然環境中，有哪些生物是單細胞所構成的？有哪些生物是多細胞所構成的？並說明理由。</p>

表 6 學生產生「葉子的組成層次」另有概念分析與概念改變教學活動設計

「葉子的組成層次」另有概念	<p>1.葉子是由許多型態相同的細胞所組成，所以葉子是一種組織。</p> <p>2.葉子型態、大小、形狀相似，所以是由細胞組成的組織。</p>
另有概念分析 認知錯誤模式	<p>1.學生不知道葉子的層次是屬於器官。</p> <p>2.學生不了解生物體的組成層次：很多細胞組合成組織、很多組織組合成器官的定義。</p> <p>3.學生會以葉子外觀上的型態、大小、形狀都相似，來判定它是由細胞組成的組織。</p>
使用的教學策略	應用 5E 探究式教學法進行概念構圖、觀察葉子實驗的教學
概念改變教學 活動設計	<p>(一)概念構圖教學</p> <p>1. 教師提供真實葉片、葉子的橫切面圖片作為教學情境引導。</p> <p>2. 詢問學生：葉子是屬於細胞組成層次中的哪一個層次？是個體？器官？組織？還是細胞呢？引導學生探索、討論。</p> <p>3. 教師綜合學生的探索結果，進行「生物體的組成層次」教學，引導學生瞭解葉子是植物的一種營養器官。</p> <p>4. 詢問學生：既然葉子屬於器官，在葉子內包含哪些組織？引導學生觀察葉子的橫切面圖片，應由討論發現葉子的表皮組織、葉肉組織、輸導組織等。</p> <p>5. 再以學生熟悉的表皮組織引導學生觀察與討論，葉子的表皮組織包含哪些細胞？</p> <p>6. 再讓學生觀察氣孔構造(保衛細胞和輔助細胞)，比較下表皮細胞、保衛細胞和輔助細胞在型態與構造上，有什麼差異？</p> <p>7. 最後，以葉子為例，引導學生畫出自己所學習的「葉子的組成層次」之概念圖。</p>

	<p>(二)葉子實驗之放聲思考討論</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.提供學生榕樹葉子的橫切面和縱切面玻片標本，請學生直接使用顯微鏡，觀察這些玻片標本。 2.請學生畫下所觀察之結果，並分組討論，標示出葉子各種不同的組織名稱並說明其功能，如：表皮組織、葉肉組織。 3.請學生討論，葉片應該算是哪一個組成層次？理由為何？ 4.教師綜合學生的探索結果，歸納解釋：形態和機能相似的細胞依照特定方式排列成群，稱為組織，而葉片中包含表皮組織、葉肉組織和輸導組織等，因此葉子不是組織；那麼葉子應該是包含許多組織的器官。 5.若學生不瞭解組織的構造，則指導學生製作紫背鴨趾草的下表皮組織，進行顯微鏡的觀察和生物繪圖，並標示各種細胞。 6.詢問學生：紫背鴨趾草的下表皮組織具有幾種不同類型的細胞，它們的形態和功能是否相同？並進行分組討論。 7.教師綜合學生的探索結果，歸納解釋：紫背鴨趾草的下表皮具有表皮細胞、保衛細胞和輔助細胞，所以紫背鴨趾草的下表皮是包含很多細胞的組織。
學習評量方式	<ol style="list-style-type: none"> 1.請學生寫出葉片組成層次的概念構圖。 2.請學生畫出顯微鏡下葉子的橫切面，並標示器官、組織和細胞的位置；說明葉子的組成層次。 3.請學生畫出顯微鏡下紫背鴨趾草的下表皮，並標示表皮細胞、保衛細胞和輔助細胞的位置；以說明紫背鴨趾草的下表皮的組成層次。

表 7 學生產生擴散另有概念的分析與概念改變教學活動設計

擴散另有概念 名詞錯誤模式	<ol style="list-style-type: none"> 1.擴散作用是「濃度高的往濃度低的地方移動」，加濃鹽水，所以水往細胞中擴散。 2.混淆高張、等張、低張溶液的科學詞彙定義。
另有概念分析	<ol style="list-style-type: none"> 1.加濃鹽水表示細胞在高張溶液中;學生對於溶液定義清楚嗎？ 2.水往細胞中擴散，是水從細胞外往細胞內擴散？還是水從細胞內往細胞外擴散？還是水在細胞質內擴散？學生的語言表達能力不佳。 3.希望利用晤談學生，以確定學生的另有概念。
使用的教學策略	應用 5E 探究式教學法進行擴散作用實驗的教學
概念改變教學 活動設計	<ol style="list-style-type: none"> 1.教師利用實驗觀察，引起學生的參與，即在課堂上，教師把食鹽加入清水中，用玻璃棒攪拌，請學生觀察。 2.詢問學生：食鹽為什麼會不見了？讓學生討論回答。

	<ol style="list-style-type: none"> 3.確定學生瞭解食鹽溶解在水中後，再詢問學生：這杯溶有食鹽的水稱為溶液，那麼水被稱為什麼？食鹽被稱為什麼？你們如何知道這杯食鹽水的濃度是多少？讓學生討論回答。 4.讓學生分組設計實驗、操作並放聲思考說明：如何配置 10%、5%的食鹽水？溶液、溶劑、溶質各是什麼？ 5.詢問學生：細胞內的細胞質有沒有濃度？為什麼要用生理食鹽水來清洗隱形眼鏡？讓學生討論回答。 6.教師綜合學生的探索結果，歸納解釋：生理食鹽水的濃度和細胞內的濃度相同，生理食鹽水被稱為細胞的等張溶液。如果溶液的濃度大於細胞內的濃度，這溶液對細胞而言，稱為高張溶液；如果溶液的濃度小於細胞內的濃度，這溶液對細胞而言，稱為低張溶液。 7.詢問學生：對細胞而言，10%的食鹽水？屬於哪一種溶液？清水又是哪一種溶液？讓學生討論回答，並說明原因。 8.教師綜合學生的探索結果，確定學生已經學會高張、等張和低張溶液後，讓學生列舉細胞的各種高張、等張和低張溶液。 9.詢問學生：擴散作用是「物質從濃度高的往濃度低的地方移動」，如果我想要看清楚這個現象，可以怎麼做？讓學生討論回答。 10.請學生分組設計一個擴散作用的實驗並進行操作，放聲思考說明擴散作用的操作型定義。 11.教師綜合學生的探索結果，確定學生已經學會擴散作用後，向學生解釋有哪些物質會利用擴散作用，進出細胞。
學習評量方式	<ol style="list-style-type: none"> 1.將細胞置入白開水、礦泉水和 10%蔗糖水中，請學生說明這些溶液對細胞而言，各屬於什麼溶液(高張、等張、低張)，並解釋理由。 2.請學生列舉日常生活中的擴散作用，並繪圖說明濃度關係。 3.請學生列舉物質進出細胞的擴散作用有哪些，以及其代表的生理意義為何。

表 8 學生產生滲透 1 另有概念的分析與概念改變教學活動設計

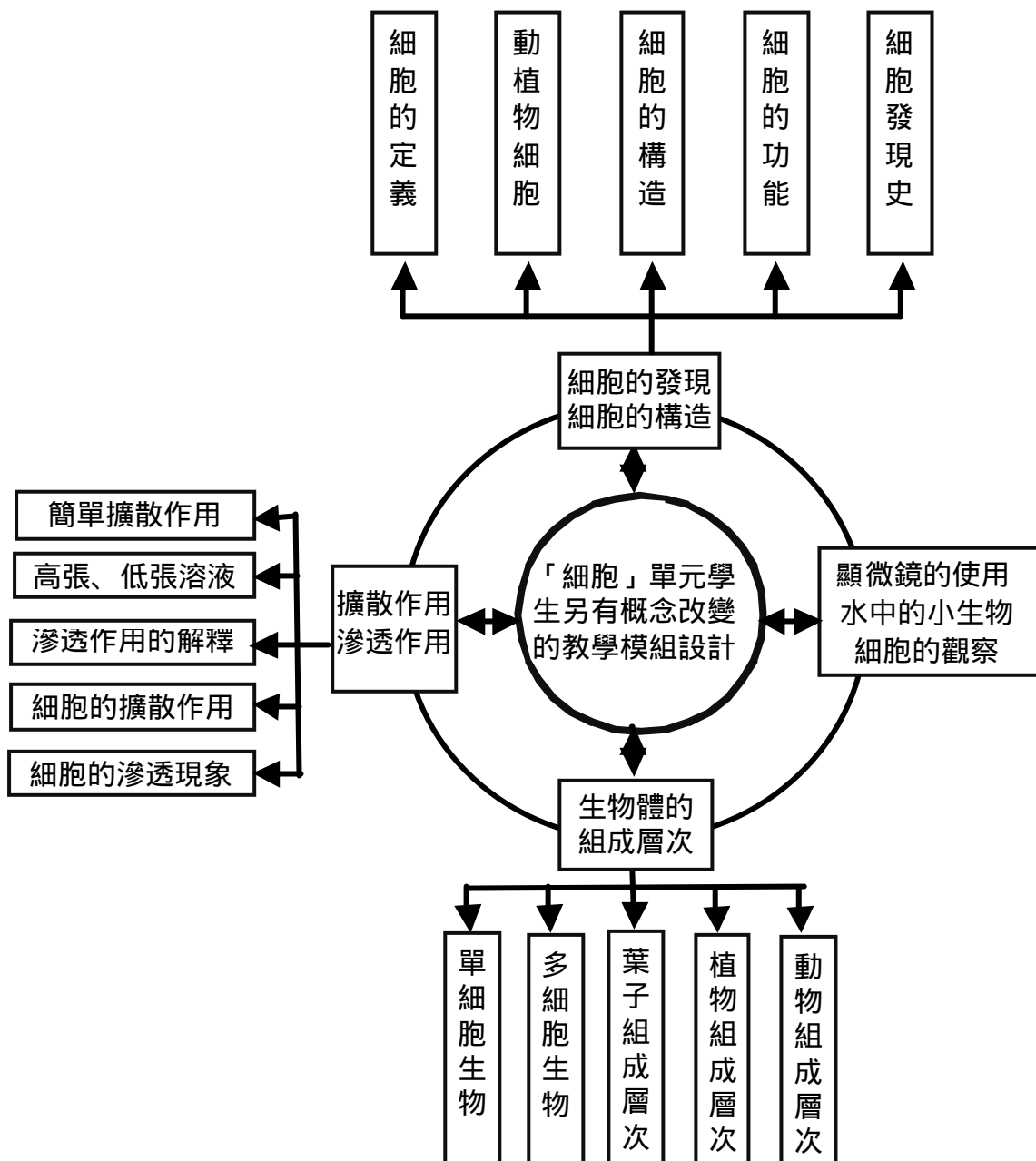
滲透 1 另有概念 名詞錯誤模式	1.細胞外的物質往細胞內移動的現象稱為滲透，而細胞內的物質往細胞外移動稱為擴散。
另有概念分析	1.細胞外的物質往細胞內移動的現象稱為滲透，表示對於細胞膜兩邊的物質濃度差不清楚。 2.細胞內的物質往細胞外移動稱為擴散，對於擴散的概念不清楚。 3.看細胞為一個點，以細胞的直覺在回答問題：從細胞往外散出就是擴散作用；從外面滲到細胞裡面，就是滲透作用；學生對於擴散與滲透的科學詞彙不瞭解。
使用的教學策略	應用 5E 探究式教學法進行滲透作用實驗的教學
概念改變教學 活動設計	1. 教師將小黃瓜、鹽巴放在桌上作為情境教學，先讓學生預測，若將鹽巴直接塗抹在小黃瓜上面，小黃瓜會有什麼現象發生？根據的理由是什麼？ 2. 請學生分組實驗，將小黃瓜抹上鹽巴，然後放在衛生紙上觀察，記錄結果並討論為什麼會這樣？ 3. 請學生討論並解釋為什麼小黃瓜抹上鹽巴，小黃瓜會跑出水分來？這和小黃瓜細胞的高張、等張和低張溶液有沒有相關？ 4. 請學生根據課本的文字敘述綜合小黃瓜抹上鹽巴的實驗，定義「滲透作用」的科學詞彙，全班進行討論，教師引導做修正。 5. 詢問學生：若將小黃瓜泡在清水中，你認為會有什麼現象發生？你的理由是什麼？ 6. 詢問學生：怎樣才可以知道水有沒有跑進小黃瓜裡面？ 7. 請學生分組進行小黃瓜泡在清水中的實驗，觀察並記錄實驗結果，討論為什麼會有這種現象產生？ 8. 請學生解釋將小黃瓜泡在清水中，為什麼細胞外的水會往細胞內移動？這種現象稱為什麼？ 9. 最後，教師請學生繪圖表示兩個實驗中，水如何進出小黃瓜的細胞膜，並說明水是否在進行細胞膜的擴散作用。
學習評量方式	1. 測驗：在胡蘿蔔外面搓入一層厚厚的砂糖，放在衛生紙上面一段時間，a.預測會發生什麼情形？b.解釋為什麼會產生這種現象？ 2. 請學生繪圖說明一個細胞的滲透作用，引導學生標示出細胞的內外濃度差，和水進行細胞膜的擴散作用之方向。 3. 媽媽在家做泡菜，是利用什麼原理？

表 9 學生產生滲透 2 另有概念的分析與概念改變教學活動設計

滲透 2 另有概念 名詞錯誤模式	<ol style="list-style-type: none"> 1.滲透是「水通過膜的擴散作用」，所以物質是擴散，水是滲透。 2.有藉擴散作用穿過膜的就叫做滲透作用，沒有藉擴散作用穿過膜的就叫做擴散作用。
另有概念分析	<ol style="list-style-type: none"> 1.學生不瞭解溶液的濃度和細胞的濃度之間的關係。 2.物質無法穿過細胞膜時，學生會認為物質在進行擴散作用。 3.因為物質無法穿過細胞膜，水會穿過細胞膜，所以學生認為水在進行滲透作用。
使用的教學策略	應用 5E 探究式教學法進行教學
概念改變教學 活動設計	<ol style="list-style-type: none"> 1. 呈現課本的「動植物細胞在不同溶液中」產生的結果圖片，當作情境進行教學。 2. 詢問學生：紅血球細胞在濃食鹽水中，細胞膜內、外的濃度一樣嗎？哪邊濃度高？水能自由進出細胞膜嗎？水進出細胞膜兩邊的速率一樣嗎？讓學生分組討論，歸納結果並解釋原因。 3. 如果學生解釋不出來，輔以水如何進出細胞膜的電腦動畫教學，在加入食鹽後，水又如何進出細胞膜的電腦動畫教學後，再讓學生討論，回答問題。 4. 確定學生瞭解水的動態平衡後，詢問學生：當水出去細胞膜的速率比進入細胞膜的速率大時，細胞會怎樣？這樣，細胞是否有滲透作用產生？讓學生分組討論，歸納結果並解釋原因。 5. 請學生解釋滲透作用是「水通過膜的擴散作用」的意涵為何？是什麼原因造成「水在進行通過膜的擴散作用」？ 6. 請學生分組設計一個細胞的滲透作用，並進行實驗觀察，說明「水如何進行通過膜的擴散作用」？
學習評量方式	<ol style="list-style-type: none"> 1.紅血球細胞在純水中，細胞膜內、外的濃度一樣嗎？哪邊濃度高？ 2.請學生預測紅血球細胞在純水中，是否有滲透作用產生？並解釋這樣認為的理由。 3.將口腔皮膜細胞置入 5%的蔗糖溶液中，水在口腔皮膜細胞的細胞膜兩邊移動的速率有什麼差異？口腔皮膜細胞最後會怎麼樣？這是什麼現象造成的？ 4.請學生為細胞的滲透作用下操作型定義。

四、「細胞」單元學生另有概念改變的教學模組設計

「細胞相關課程」概念認知的理解是學習生物課程的入門，可說是研究生物的一項必要的先備知識；國中學生對於細胞相關概念的學習，雖能熟記生物詞彙、內容知識，但多數學生對於這些生物名詞、概念及知識背後的真正意義，並沒有真正理解，仍存在著許多與科學家概念有明顯差異的另有概念。為此，本研究進行「細胞相關課程」中，學生形成另有概念之概念改變教學活動設計，並進行教學與修正。最後，將確實可以執行的教學活動設計整合在原有的國中「細胞」單元中，分割成數個獨立的教學活動，組合形成「細胞」單元學生另有概念改變的教學模組設計，如圖 2 所示，提供給國中生物教師參考與使用。



伍、結論與建議

目前，我國中小學教師基於九年一貫課程綱要和學校本位的需求，每年要負責開發或設計部分的課程或教材，而教材又被要求以概念為核心來統整各學科，使用生活化的題材，並應用探究式教學策略進行教學，以培養學生自我學習的能力取向代替傳統以灌輸學生知識的取向。這促成許多中小學教師又回到師資培育機構再進修，希望獲得較多相關的學科內容知識和學科教學知識，實現在部分課程設計上；教育部也每年舉辦中小學自然與生活科技領域的教學模組設計競賽，幫助中小學自然科教師的專業成長。

有鑑於此，本研究整理中小學自然科教師應具備設計教學模組的專業能力包括：將科學史融入自然科課程的能力、指導學生學習概念構圖的能力、具備類比教學的能力、結合實驗設計與放聲思考法的能力、使用探究式教學策略的能力和靈活使用多元評量的能力等。本研究也綜合國內外學者的研究，整理教學模組設計的特質，認為教學模組應採用多元化、適性化與多樣性的教學活動，以學生為主體的教學設計，提供學生主動參與、動手操作、小組討論和撰寫報告的機會。教師利用模組教學時，可將其分割成數個獨立的單元，或是組合成數個教學活動設計，依教師的教學目標與授課時數的需要，彈性運用教學模組的內容，才能提升學生的學習成效。

最後，本研究列舉一個概念改變的教學模組發展實例作為教學模組功能的分析。本研究分析國中教科書之「細胞相關課程」教材，以此為標準，蒐集大台北地區國中學生產生的另有概念，分析歸納成數個另有概念類型，設計概念改變教學的活動設計，並進行教學和修正；最後，將確實可以執行的教學活動設計整合在原有的國中「細胞」單元中，分割成數個獨立的教學活動，組合形成「細胞」單元學生另有概念改變的教學模組設計，提供給國中生物教師參考，國中教師可以根據自己學生的另有概念類型，挑選適當的教學活動，自由組合應用在「細胞」單元的教學。

致謝

本研究能夠順利完成，首先感謝國科會科教處給予的經費支持(NSC 93-2511-S-152-008)，其次，感謝兩位國中個案教師和四班個案班及學生的幫忙與配合；最後，感謝本研究群的辛苦參與。

參考文獻

- 林陳涌(2003)：師資培育機構如何因應九年一貫課程的理念。自然與生活科技學習領域課程研討會—科學課程論述，477-484 頁。
- 洪振芳(1998)：科學教學的另類選擇：融入科學史的教學。屏師科學教育 7, 2-10
- 高淑芬、邱美虹(1998)：類比的檢索與對應。科學教育學刊，6(1),63-80。
- 張永達、黃璧祈、林佳慧(2003)：生命教育融入九年一貫課程之理論與實務。自然與生活科技學習領域課程研討會—科學課程論述，181-200 頁。
- 張俊彥、賴麗琴(2003)：它可行嗎？「地球系統」為整合主軸之教學模組研究。自然與生活科技學習領域課程研討會—科學課程論述，149-179 頁。
- 教育部(2003)：九年一貫國民義務教育自然與生活科技學習領域課程綱要。教育部。
- 教育部(2004)：國民中小學九年一貫課程綱要。教育部。
- 郭重吉(1990)：學生科學知識認知結構的評估與描述。彰化師範大學學報，10(1)，217-319。
- 陳文典(2001)：九年一貫課程自然與生活科技領域教學示例。三峽：台灣省國民學校教師研習會。
- 陳均伊、張惠博、張文華(2003)：國中教學模組發展實例：以「鏡」為例。自然與生活科技學習領域課程研討會—科學課程論述，115-140 頁。
- 陳忠志、黃恆欽、柯奉孝(2003)：教師對九年一貫課程的理念與實務調查。自然與生活科技學習領域課程研討會—科學課程論述，463-476 頁。
- 陳祥(2002)：概念圖教學在高中生物學習成效之研究。國立中興大學生命科學研究所論文。
- 葉淑華(2002)：高三學生思考歷程之個案研究—以鉛直簡諧運動為例。國立高雄師範大學科學教育研究所論文。
- 廖麗貞、洪振方(1999)：科學史、哲融入通識課程教學模式之研究。行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告。NSC88-2511-S-017-010。
- 鄭子善、劉聖忠(2000)：科學故事課程設計之行動研究—以燃燒現象發展史為例。中華民國第十六屆科學教育學術研討會論文集，189-195 頁。台北市：國立台灣師範大學。
- 盧秀琴(2001a)：配合九年一貫課程之自然科教材教法教學研究。國民教育，41(4)，8-14。
- 盧秀琴(2001b)：情意教育融入國小自然科課程的模式探討。國立台北師範學院學報，14，615-646。

- 盧秀琴(2003a)。顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗的發展與效化。國立台北師範學院學報，16(1)，112-136。
- 盧秀琴(2003b)。台灣北部地區中小學學生的顯微鏡操作技能與相關概念之發展。國立台北師範學院學報，16(2)，161-186。
- 盧秀琴(2005)。探討教科書與中小學學生學習細胞相關概念的關係。科學教育學刊，13(4)，列印中。
- 賴慶三、楊繼正(2001)：國小自然資源教學模組的發展研究。國立台北師範學院學報，14，673-704。
- Anderson, C. (1987). *The role of education in the academic disciplines in teacher preparation*. Paper presented at the Rutgers Invitational Symposium on Education: The Graduate Preparation of Teachers, New Brunswick, NJ.
- Bredenkamp, S. (Ed.), (1989). Developmentally appropriate practice in early childhood programs **servi**ng children from birth through age 8. Washington, DC: *National Association for the Education on Young Children*.
- Driver, R. & Easley, J. (1978). Pupils and Paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Science Education*, 5, 61-84.
- Duit, R. (1991). On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*. 75(6), 649-672.
- Friedler, Y., Amir, R. & Tamir, P. (1987). High school students' difficulties in understanding *osmosis*. *International Journal of Science Education*, 9(5), 541-551.
- Gentner, D. (1989). The mechanisms of analogical learning. In S. Vosniadou & A. Ortony (eds., 1989). *Similarity and Analogical Reasoning*. pp, 199-241. New York: Cambridge University Press.
- Gentner, D. & Toupin, C. (1986). Systematicity and surface similitude in the development of analogy. *Cognitive Science*, 10, 277-300.
- Giroux, H. A. (1992). *Border Crossings*. New York: Routledge.
- Glynn, S. M. (1989). Analogical Reasoning and Problem Solving in Science Textbooks, In J. Glover, R. Ronning, and C. Reynolds (Eds.), *Handbook of Creativity* (pp. 383-398). New York, N Y: Plenum.
- Howe, A. C. (1996). Development of science concepts within a Vygotskian framework. *Science Education*, 80(1), 35-51.

- Inagaki, L. and Hatano, G. (1991). Constrained person analogy in young children's biological inference. *Cognitive Development*, 6, 219-231.
- King, B. B. (1991). Beginning teacher's knowledge and attitudes toward history and philosophy of science. *Science Education*, 75(1), 131-141.
- Lin, H. S. & Chen, C. C. (2003). Promoting pre-service chemistry teachers' understanding about the nature of science through history.
- McNeil, J. D. (1995). *Curriculum: the teacher's initiative*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- Rithchie, S. M. & Rigano, D. L. (1996). Laboratory apprenticeship through a student research project. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(7), 799-815.
- Slack, S., & Stewart, J. (1990). High school student's problem solving performance on realistic genetics problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(1), 55-67.
- Trowbridge, S. E. & Bybee, W. A. (1990) *Applying Standards-Based Constructivism: A Two-Step Guide for Motivating Students*. New York: Cambridge University Press.
- Wallace, I. P. & Mintzes, I. I. (1990). The concept map as a research tool: exploring conceptual change in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1033-1052.
- Wandersee, J. H. (1986). Can the history of science help science educators anticipate student' misconceptions? *Journal of Research in Science Teaching*, 23(7), 581-597.
- Wandersee, J. H. (1990). Concept mapping and the categorization of cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 923-936.

The analysis of teaching module design characteristic and its value An alternative concept change teaching module development as an example

Chow-Chin Lu

Professor, Department of Natural Science Education, National Taipei Teachers College

Abstract

In accordance to elementary and middle schools teacher regarding nine years consistent curriculum summary and the school standard demand, they must develop or design partial curricula and teaching material every year, This research arranges the designing teaching module specialized ability of elementary and middle schools science teacher, and synthesizes the domestic and foreign scholars' research to arrange the teaching module design characteristic for elementary and middle schools teacher.

Next, this research enumerates an alternative concept change teaching module development for an example to show the teaching module value. This research uses experiment method, first analyzes cell-related curriculum in middle School, take this as the standard, collects the alternative concepts of case class students and sums up many different types. Then, this research designs alternative concept change teaching activity and carries on the teaching, comments the quantity and the revision; Finally, this research integrates truly carried out teaching activities into the original "the cell" chapter, the division number independent teaching activities combines with "the cell" chapter as a students' alternative concept change teaching module. It will provide refers for the biologic teachers, they will act according to the students' alternative concepts to choose the suitable teaching activity and combine in "the cell" chapter teaching.

Key word: Teaching module design characteristic, alternative concept change teaching module.

