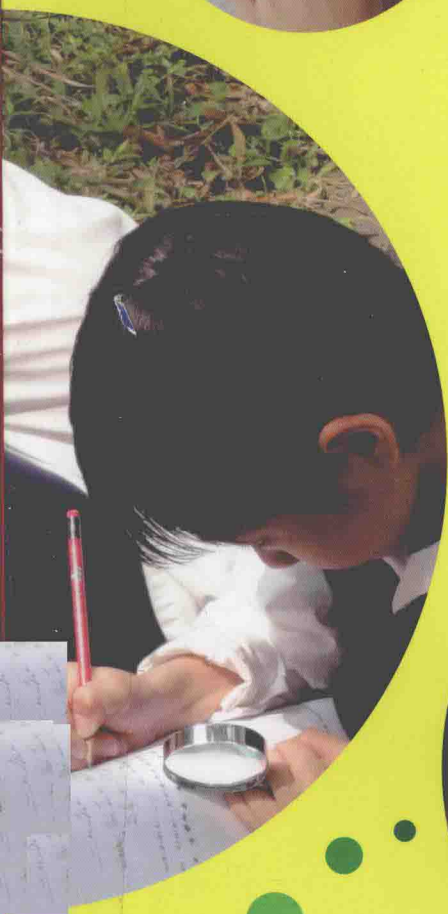
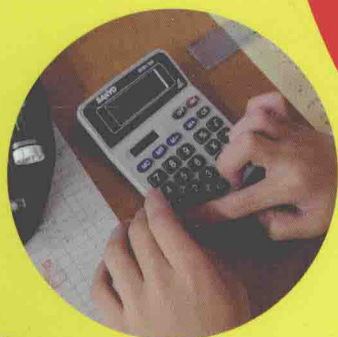


微觀教學

探究 奈米世界

Micro Teaching:
Explore The Nano World



指導單位 行政院國家科學委員會 北區奈米科技K12教育發展中心

國立臺北教育大學附設實驗國民小學
校長 林進山

林潔婷 陳美卿 陳靜紋 張淑惠 張薰云 黃怡華 楊玉英 楊惠津 閻寶平 共同編著

國家圖書館出版品預行編目資料

微觀教學：探究奈米世界 / 林進山等著；

-- 初版. -- 臺北市：五南，2011.12

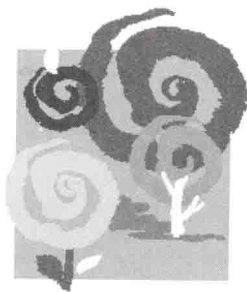
面：公分

ISBN 978-957-11-6489-2(平裝)

1. 奈米技術 2. 小學教學

523.36

100023404



5A80

微觀教學：探究奈米世界

作 者 — 林進山 林潔婷 陳美卿 陳靜紋 張淑惠 張薰云

黃伶華 楊玉英 楊惠津 閻寶平

發行人 — 楊榮川

總 編 — 龐君豪

主 編 — 王正華

責任編輯 — 楊景涵

封面設計 — 郭佳慈

出 版 者 — 五南圖書出版股份有限公司

地 址 — 台北市大安區(106)和平東路二段339號4樓

電 話：(02)2705-5066 傳真：(02)2706-6100

網 址：<http://www.wunan.com.tw>

電子郵件：wunan@wunan.com.tw

劃撥帳號：01068953

戶 名：五南圖書出版股份有限公司

台中市駐區辦公室 台中市中山路6號

電 話：(04)2223-0891 傳真：(04)2223-3549

高雄市駐區辦公室 高雄市新興區中山一路290號

電 話：(07)2358-702 傳真：(07)2350-236

法律顧問 元貞聯合法律事務所 張澤平律師

出版日期 2011年12月初版一刷

定 價 新臺幣380元



作者簡介

林進山

學歷：國立臺北教育大學教育政策與管理研究所教育學博士

現職：國立臺北教育大學附設實驗國民小學校長

奈米科技K-12課程研發及北區人才培育計畫B3子計畫主持人

陳美卿

學歷：國立臺北教育大學體育研究所碩士

現職：國立臺北教育大學附設實驗國民小學研究主任

奈米科技K-12課程研發及北區人才培育計畫B3子計畫召集人

陳靜紋

學歷：國立臺東師範學院語文教育學系

現職：國立臺北教育大學附設實驗國民小學研究組長

奈米科技K-12課程研發及北區人才培育計畫B3子計畫研究團隊

張淑惠

學歷：國立花蓮師範學院初等教育學系

現職：國立臺北教育大學附設實驗國民小學出版組長

奈米科技K-12課程研發及北區人才培育計畫B3子計畫高年級教學研究

張薰云

學歷：市立教育大學課程與教學研究所碩士

現職：國立臺北教育大學附設實驗國民小學高年級導師

奈米科技K-12課程研發及北區人才培育計畫B3子計畫高年級教學研究

黃伶華

學歷：私立高雄醫學院醫學系

現職：國立臺北教育大學附設實驗國民小學中年級導師

奈米科技K-12課程研發及北區人才培育計畫B3子計畫中年級教學研究

楊玉英

學歷：國立臺北教育大學數學教育研究所碩士

現職：國立臺北教育大學附設實驗國民小學低年級導師

奈米科技K-12課程研發及北區人才培育計畫B3子計畫低年級教學研究

楊惠津

學歷：國立臺北教育大學數學教育研究所碩士

現職：國立臺北教育大學附設實驗國民小學低年級導師

奈米科技K-12課程研發及北區人才培育計畫B3子計畫低年級教學研究

閻寶平

學歷：國立中興大學園藝學系研究所碩士

現職：國立臺北教育大學附設實驗國民小學諮輔組長

奈米科技K-12課程研發及北區人才培育計畫B3子計畫中年級教學研究

林潔婷

學歷：國立臺北教育大學自然科學教育學系

現職：國立臺北教育大學附設實驗國民小學高年級導師

奈米科技K-12課程研發及北區人才培育計畫B3子計畫中年級教學研究

推薦序

自2003年教育部於「奈米國家型計畫」之「人才培育分項計畫」下，成立了「北區奈米科技K-12教育發展中心」，直到2009年由國科會承接並繼續推動，並由臺灣大學執行其中之一的「奈米科技K-12課程研發及北區人才培育」整合型計畫至今，北區奈米科技K-12人才培育的工作已經走過了長達九年的路程。由林進山校長所領導的「國立臺北教育大學附設實驗國民小學」奈米教育研發團隊，於計畫一開始的2003年加入北區奈米科技K-12教育發展中心後，團隊成員除接受中心的系列課程培訓外，更藉由團隊成員間的相互合作、對話，並持續收集、分析、吸收現有的奈米科技相關資料及知識，已階段性、系列性的將艱澀的奈米概念轉化成爲國小學生的科普語言及課程設計，並實際實施於現場教學。

課程設計及現場教學是需要相互反饋也需要具體落實的，「國北教實小」奈米團隊陸續於2007年完成「奈米實驗課程自編教學活動設計」，2008年出版「國小奈米通用補充教材」。在延續多年的教學及課程活動設計經驗後，「微觀教學：探究奈米世界」教師教學手冊在大家的引頸企盼下終於於本年度（2011年）出爐。手冊內容分有低、中、高三個年段，每個年段各有四個單元的教學課程。每一單元從設計理念出發，進而建立單元架構、課程目標、教學資源，直到帶領教學活動及完成學習單，整體結構完整。而在完整性外，手冊更系統性、階段性的從低年級的「巨觀學習、眼見爲憑」，到中年級的「利用生活中各種用品去實際體會」，直至高年級的「瞭解現象、解釋現象」，顯現手冊編纂的專業與用心。對於帶領教學的老師，不論是否已具有奈米科技相關知識基礎，應該都能得心應手，游刃而有餘，並可帶予學生最大的收穫。

個人雖於臺大任教多年，一則因屬工程領域，二則由於缺乏教育理論之學理背景，名爲帶領整個計畫團隊，實則跟著團隊老師的腳步，點點滴

滴的慢慢學習。承蒙林校長及「實小」團隊老師慨然應允，在校務及教學工作極為繁重之餘，接受此項「教師教學手冊」編纂的艱鉅任務，以嘉惠所有K-12教師及學生，感佩之心，無以言喻。這份教學手冊的完成雖是整個國家型計畫的一小步，但個人深信，對K-12學童奈米科技新知的提供，絕對是長遠的一大步。

國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系教授/系主任

北區奈米科技K-12教育發展中心主任

奈米科技K-12課程研發及北區人才培育計畫總計畫主持人

宋家驥 2011.12

序

觸動學生的學習就要律動教師的教學，藉由教學技巧的創新和教學內涵的改變，去透視、體認和領略不同的學習領域，進而探索、思維和想像，以適應浮萍時代的來臨，掀起另類的教學方式。本校透過奈米科技（Nanotechnology）教學團隊，進行分析、討論、對話，共同研擬適合國小的奈米課程，再實際於教育現場，實施班級教學。藉由「課程設計—教材分析—試驗教學—回饋討論—修正教材內涵—再實施教學」的歷程，試圖建構出國小奈米教學的教師教學手冊。

本校善用綜合領域課程及期末的自勵學習課程，實施低、中、高的奈米教學，試圖利用主題課程（Topic curriculum）進行系列課程（Series curriculum）的教學活動，並強調縱向的連貫和橫向的統整，讓整體課程更有結構性和價值性。其內容涵蓋低年級有：「看！水滴在跳芭蕾舞」，「小小世界大發現」，「不一樣的眼睛」和「我裝、我裝、我裝裝裝」等四個單元。中年級有：「篩豆豆、知孔隙」，「奈米追追追—蓮葉效應」，「神奇的奈米」和「小小世界真奇妙」等四個單元。高年級有：「奈米捉迷藏」，「奈米停看聽」，「奈米的魔法世界」和「真假奈米要小心」等四個單元。

本校於2007年出版「奈米實驗課程自編教學活動設計」，2008年出版「國小奈米通用補充教材」，本年度延續過去幾年的教學及設計經驗，將出版「微觀教學：探究奈米世界」教師教學手冊。其編撰的內容，涵蓋教師教學設計理念、單元架構、課程目標、教學資源、教學活動、教學注意事項，參考文獻及學習單等。其間結合臺灣大學宋家驥教授主持的K-12奈米教學計畫，建構教學架構，同時依「單元目標—課程指標—融入議題指標」進行教學。而教學活動的策略是經過黃嘉雄教授指導「彰權益能評鑑」（Empowerment evaluation）的三個階段完成，即「發展與界

定任務—現況評估—規畫未來」再提出具體的改善教學方案，以求精益求精，達成高品質的教學方案。首先要感謝宋家驥教授的整體指導及熊召弟教授的教學現場觀察。其次感謝本校美卿主任、靜紋老師、淑惠老師、薰云老師、玉英老師、伶華老師、寶平老師、潔婷老師和惠津老師等教學團隊的用心，最後更感謝五南出版社的協助，讓教學手冊能如期出版。唯整體教學設計過程，恐有疏漏之虞，敬請教育先進給予指正。

國立臺北教育大學附設實驗國民小學校長

林進山 謹識 2011.12

編輯的理念與特色

爲因應國際教育觀的轉變，提升國際競爭力，教育部顧問室於2003年開始推展第一期K-12奈米人才培育計畫，在各分區研究發展中心帶領指導下，本校於2007年出版「奈米實驗課程自編教學活動設計」，2008年出版「國小奈米通用補充教材」；2009年教育部第二期的六年計畫再度結合各大學科技教育領域的教授及專家學者進行相關教材研究、課程教學之研發與評估，期盼國小奈米科技教育的實施更爲嚴謹、精緻化，促使奈米科技教育向下紮根。本校延續過去幾年的教學及設計經驗，依據2003年公佈的「九年一貫國民中小學學習領域」綱要，並參考K-12奈米人才培育計畫中A1子計畫所研擬的課程指標及A2子計畫所建構的奈米概念圖，進而出版「微觀教學：探究奈米世界」的教師教學手冊。

整個教師教學手冊教學方案的設計除了重視能力的培養外，亦兼顧教材內容的縱向連貫及橫向統整，以期能於教學中達成有關過程技能、科學認知、科學因果關係、科學態度、思考判斷及科技應用，茲就本教師教學手冊教學方案的編輯理念逐一說明如下。

教材選編

1. 內容生活化：以生活爲出發點，考量學生經驗、能力、興趣及需要。例如低年級單元「看！水滴在跳芭蕾舞」，以觀察生活周遭的葉子爲情境，從而引發學生學習有關「蓮葉效應」的興趣。
2. 課程系統化：掌握縱向連貫及橫向統整的原則，並融入生活上和社會上關心的議題，以及科學發生過程的史實資料。例如高年級單元「奈米停看聽」、「真假奈米要小心」中有關奈米發展史和社會中奈米真假現象的探討和彙整。
3. 學習延伸化：受限於教材方案，一些相關的奈米故事或知識無法完整的呈現，同時，爲了提升學生的學習能力，故增加學習單一

欄，作為延伸學習的起點，希望引導學生主動蒐集或探索更多相關的資料。例如低年級單元「不一樣的眼睛」及中年級單元「小小世界真奇妙」，有關透過相機、放大鏡或顯微鏡的操作觀察，了解肉眼所見與透過儀器所見的不同。

4. 時數彈性化：為了因應教材多元，及每週授課時數不同的困擾，每年段最多只有四個單元，而且每個活動的課時數並未硬性規定，教師可視情況作彈性調整。

教學方法

1. 操作學習：以學生操作為主體，重視探究的過程，使學生樂於參與探究活動。
2. 發現學習：蒐集生活中常見的的植物葉片與動物羽毛，透過操作、實驗，發現自然界的奈米現象。
3. 合作學習：透過小組討論，培養學生進行小組合作的學習模式。
4. 資訊融入：透過小影片讓抽象且深奧艱澀的奈米科技應用更加淺顯易懂，激發學生主動、積極的學習。
5. 發表學習：透過實物投影機上台發表作品的設計理念及欣賞他人作品。
6. 問思學習：透過佈題、提問，引導學生藉由「教—學—演—問—答」的學習歷程，

教學評量

1. 方式多元化：除學習單外，注重學習過程的評量，如：發表報告、小組討論、實驗操作等都可以用來評量學生的理解程度，幫助學生了解自己的能力及興趣，並學習如何將這些能力應用到實際生活中。
2. 結果非標準化：重視形成性的評量，過程中可激發學生反省、思考的功能，學生因而有更寬廣的學習空間。

教學省思

1. 對學生與老師們都是嶄新的挑戰：

奈米科技雖然已日漸耳熟能詳，但大多數人對於奈米科技的真正內涵仍舊是一知半解，因此在進行教學設計前，教學伙伴們一同參與一連串的專題演講並參觀其他年段的教學觀摩活動，平時透過與團隊中其他資深前輩的專業對話，著實增加了自己對奈米科技的認知，但對於要將如此深奧與抽象的奈米概念教導給沒有物理、化學觀念的孩子們確實是一大挑戰，因此在進行活動設計時，我們朝著將抽象概念具體化的目標，設計了實作活動來讓孩子們有更深切的體驗與感受，並藉由日常生活中的具體實物來加深孩子對奈米概念的認識。

2. 給孩子一個不一樣的視野觀看世界

奈米時代的來臨，給了孩子們不一樣的角度去觀看這個世界，透過課程教材中許多圖像的呈現，孩子們發現人類可以藉由科技的產物看見不同放大尺度下的世界，進而發現奈米尺度下有許多無限大的發展空間，經由活動的過程啟發其對自然界微觀世界的好奇心，也觸發他們對奈米科技學習的動機。

孩子們的想像力無窮，本次課程中提供孩子觀看世界不同的角度與更多的可能，透過奈米概念的學習引導孩子從巨觀到微觀，提出一些疑問給孩子一個思考與想像的空間，並期許他們能運用奈米科技來豐富未來的世界。

CONTENTS

目次

序

壹、低年級教學活動 1

- 第一單元、看！水滴在跳芭蕾舞.....2
- 第二單元、小小世界大發現.....18
- 第三單元、不一樣的眼睛.....34
- 第四單元、我裝、我裝、我裝裝裝.....44

貳、中年級教學活動 69

- 第一單元、篩豆豆，知孔隙.....70
- 第二單元、奈米追追追—蓮葉效應.....84
- 第三單元、神奇的奈米.....100
- 第四單元、小小世界真奇妙.....120

參、高年級教學活動 131

- 第一單元、奈米捉迷藏.....132
- 第二單元、奈米停看聽.....146
- 第三單元、奈米的魔法世界.....164
- 第四單元、真假奈米要小心.....176

壹、低年級教學活動

第一單元、
看！水滴在
跳芭蕾舞

第二單元、
小小世界
大發現



第三單元、
不一樣的
眼睛

第四單元、
我裝、
我裝、
我裝裝裝

第一單元、看！水滴在跳芭蕾舞

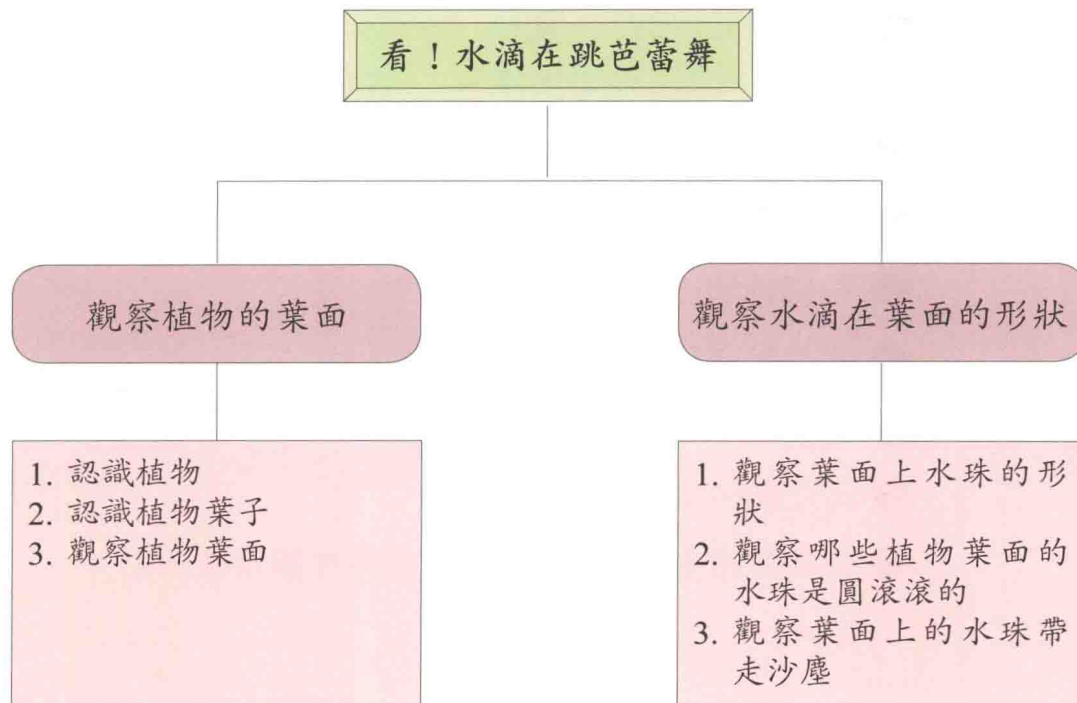
設計理念

爲了一年級奈米教學，筆者思索了三天三夜，坊間文獻書籍也翻遍，到底怎麼設計課程，才能讓一年級學生學得有趣而又能深入淺出引導出奈米概念呢？而在正規課程又如此繁重下，如何撥出有限時間上奈米課呢？經過深思熟慮後，決定要編出一套既是生活課也是奈米課的課程來。

一年級的孩子著重在巨觀的學習，眼見爲憑，所以教學要從生活中的觀察引導學生進入奇妙的大自然，發現在大自然中有很多我們眼睛觀察不到的現象，而造成了意想不到的結果與影響。

課程首先以「看！水滴在跳芭蕾舞」爲單元主題，分爲「觀察植物的葉面」及「觀察水滴在葉面的形狀」兩個活動。教學時間剛好於下學期開始，時序進入春季，校園處處可見花紅草綠，老師先搜集各種植物，學生也可以從家中帶小盆栽來，在教室裡先對植物葉面有了初步的認識，再引導學生走入校園。孩子可以在校園中邊拾取地面上的落葉、邊專注聆聽老師介紹各種植物，不時還拿著放大鏡仔細觀察葉子的表面，將觀察到的植物葉片記錄下來。葉子的表面構造不同，使得水滴在植物葉片上的形狀也不同，有的呈趴趴熊狀、有的呈拱門狀、有的像圓圓的水珠在葉面上滾來滾去，就像在跳芭蕾舞狀；學生觀察至此，必定驚呼連連而感到非常有趣！老師即順勢介紹科學家發現此現象，並說明其運用此原理而發明了許多物品，例如擋風玻璃、奈米雨衣、奈米雨傘等。

單元架構



課程目標

單元目標	課程指標	融入議題指標
1. 認識不同植物的葉片。	1-1-0-2 察覺有些東西是眼睛無法看到的。	環境教育 1-1-1 運用五官觀察來探究環境中的事物。
	2-2-0-1 理解材料不同，性質不同。	
2. 了解水滴在不同葉片會造成不同的結果與影響。	3-2-0-1 認識自然界中具有蓮葉效應的植物。	
3. 探究自然界的現象。	9-1-0-1 察覺日常生活中有許多奈米產品。	

微觀教學：探究奈米世界

教學資源



教師：➡ 「八種植物葉子：榕樹、水芙蓉、羊蹄甲、黃金葛、腎蕨、大岩桐、水芋、蓮葉。」

於課前準備，在葉片上貼上標籤並寫上號碼。

➡ 學習單（附件）。

噴水孔不要過大

➡ 澆水器或滴管。

➡ 校園植物。

老師事先勘查

➡ 蒐集校園有毒植物資料。



學生：➡ 色鉛筆。

在課堂上做隨機教學，讓學生明瞭生活周遭哪些植物是有毒的。

➡ 分小組，每組五人。

➡ 從家裡帶來盆栽，或利用下課在校園裡撿葉片。

教學活動

活動一
觀察植物葉面



引起動機



你認識哪些植物呢？

我知道的有榕樹、松樹、欖樹……



發展活動

教師引導學生觀察，觸摸並討論植物葉面的特性。

1. 桌上的植物，看看有沒有你認識的植物？（如表1-1）

學生回答：榕樹、松樹、……。

表1-1 植物的葉面

		
黃金葛	水芙蓉	蓮葉
		
姑婆芋	水芋	榕樹
		
羊蹄甲	腎蕨	大岩桐

2. 我們仔細觀察這些植物的葉片有什麼特別的地方？

學生回答：毛毛的、大大的、圓圓的。

3. 摸摸這些植物葉子的表面有什麼感覺呢？

學生回答：平平的、滑滑的、刺刺的。