



# 讓學生自立，老師「無為」的浮力探究實作課

文／李美惠

筆者開心地當一個讓學生自立自強的「無為」老師。本文陳述一堂自然理化課堂內的師生對話，在一個看似很「無為」老師的探究活動經營下，學生展現對實作活動課程的學習動機和能力展現。

浮力議題是學生生活中的重要課題，透過已規劃及準備好的活動與概念引導，確實能讓學生體驗科學探究的趣味與成就感。文中以「紙船印象—浮力探究」的課堂側記為例，描述老師如何透過探究的實作方式讓學生深刻理解影響浮力的變因。

## 浮力探究課堂現場紀實

先從筆者在學校實施的「紙船印象—浮力探究」課程時，與學生的對話開始：

學生 A：「老師！我們一陣子沒進實驗室了！」

老師：「是這樣子的，老師最近沒空進實驗室準備，讓我直接用講的就好啦！」

學生 B：「不對喔！老師！妳那一次進實驗室有準備了呀？」

學生 C：「進了實驗室，妳第一個問題是問我們：『今天進實驗是要幹麻？』你都不知道我們要做什麼，還要我們告訴你，我們今天進實驗室要幹麻！」



學生 D：「就算我們告訴妳我們要做什麼實驗了，妳還是問我們需要什麼器材？」

學生 E：「那就算了！妳還叫我們自己上實驗室器材架自己拿器材。如果東西壞了！妳就只會比我們先生氣的說別人不愛惜器材，然後要我們自己修理（器材）；修不好，還叫我們自己想替代方法！」

學生們前一句、後一句，此起彼落地討論起我們這一班的實驗課！

雖是由不同的學生發言，卻銜接得那麼流暢，讓當老師的我哭笑不得。

老師：「那你們說說看，老師在實驗室裡到底做了些什麼事呢？」

學生 F：「妳就在教室裡走來走去哇～東問一句：『你們在幹麻？』、西問一句『你們的數據如何？』、一直問我們『怎麼會這樣呢？』、『跟課本寫得一樣嗎？』……」

老師：「我這麼『無為』，你們還喜歡我帶你們去實驗室？」

學生們：「喜歡！」

這一班孩子的考試成績從沒讓人放心過，但是對於「李老師實驗課的觀察紀錄」卻描述得鉅細靡遺，讓我在教學省思時，帶著微笑地嘆氣！

究竟是什麼樣的探究實作課，讓學生把老師說得如此「無為」呢？

以下是這個班的浮力課堂的現場報導：

老師：「今天，老師要請同學分組挑戰，看看那一組的紙船，可以承載最大的重量，承載的砝碼為最重！紙張大小是這張 B 4 大小對折的一半！差不多是考卷紙張的一半！老師提供每一組兩張 B 4 的紙張，對折撕下，共有四張，你們可以測試三次，最後一張是要來比賽的，先給各位 3～5 分鐘的討論時間。」

學生 H：「老師，有規定紙船的形狀嗎？」

老師：「沒有，只有規定所使用的紙張大小。」

學生討論中……

學生 I：「紙船？我忘記怎麼摺了耶。」

學生 J：「我根本沒玩過摺紙……」

學生 K：「老師！可以線上搜尋紙船摺法嗎？」

老師：「可以，但是，有時間限制喔。」

一艘艘小紙船出現了，學生開始自行測試。

4 個砝碼，重心不穩的，船翻了！

平底船的，砝碼承載多。

大家開始修正船的形狀，紙盒形狀出來了。

緊接著紙船因吸水、破洞而下沉，成了大家積極想解決的問題……

學生 L：「老師，我們可以在船底抹油嗎？」

老師：「為什麼要抹油呢？」

學生 M：「我們想試試會不會防水？」

老師：「你有三次測試的機會，請把測試的結果寫下來喔！」

16 個砝碼了！

老師：「抹油的可以放比較多砝碼嗎？」

學生 N：「也沒有，紙張吸油後也容易破～」

32 個！

學生 O：「老師，我們可以使用你實驗桌上的乒乓球嗎？」

老師：「為什麼要乒乓球呢？」

學生 O：「黏在船旁邊、增加空氣。」

老師：「誒，這一組的同學在桌子底下做什麼？」（吹氣球？）

學生 P：「老師，噓～」

學生 Q：「老師，我們要測試第三艘，我們想在水裡加鹽、可以給我們鹽嗎？」

老師：「為什麼要在水裡加鹽呢？」

學生 Q：「在海水裡游泳，不容易潛到底，就是因為海水裡有鹽呀！」

老師：「那你試試看會差多少呢？」

學生 Q：「詳細數字，我們還要計算多少水加多少鹽喔，還要看是不是飽和了。」

老師：「不同組別的學生有不同的探究延伸、不同的問題解決策略，但是課堂時間有限。測試時間 25 分鐘，比賽開始！」

比賽結束，最高紀錄：360 公克重的砝碼！

課堂最末 10 分鐘，筆者協助學生建構相關科學概念：

老師：「地表上的物體因受重力而往下掉落，但是紙船在水中，可受到向『上』的『浮力』作用，今天大家要比賽那一艘的紙船承載的砝碼最多，就是要比賽那一組的紙船可以得到最大浮力，大家同意嗎？」

老師：「根據大家的實作，要如何增加紙船所受浮力呢？」

老師：「請大家回家閱讀與浮力相關的教科書內容，查一查是那一位科學家對浮力的說明提出什麼樣的論述，和你這次的經驗是否相符。下一堂課，請同學不僅幫我們做摘要，更要回答出一些相關的浮力問題。」



圖 1. 紙船載重賽

## 「紙船印象—浮力探究」課堂說明

科學探究源起於人類對生活周遭的好奇或解決問題的需要。而科學學習的方法，若從激發學生對所觀察現象的好奇心或主動學習的意願為起點，引導學生從既有經驗出發，讓學生在解決問題的歷程中，培養出具備科學核心知識與探究實作能力。

接下來，筆者針對「紙船印象—浮力探究」課程規畫做一簡要說明，本課堂流程概述如圖 2：

### 一、課程規畫

從學生的心理認知能力出發，以活動引起學習興趣。在學生探究過程中，由學生自己建構、解釋所學習得浮力的概念，教師可以在學生表達溝通與分享的歷程中，引進亞基米德原理或做浮沉的概念澄清，引導學生應用浮力原理於不同情境，以加深、加廣學生的科學知識。

### 二、課堂中的教與學

#### (一) 教師的角色

教師在課前準備時，應列出探究活動

中所需教材，紙船載重賽需提供每一組兩張 B4 紙張、有一個可裝水的水槽，其他公用的部分：鹽一包、膠帶一卷（黏貼附加物、不做紙船底部強化結構），視學生需求再提供。

在學生實作的過程中，教師在組間走動、但要記得不要直接給答案，反而是藉由提問來持續學生的探究，幫助學生形成問題、鼓勵他們產生預測、提出假說，並引導他們如何進行探究以促進同儕合作學習和互動討論，樂當一位「無為」老師！

#### (二) 學生的角色

學生在探究課堂中是忙碌的，藉由「自己的問題自己解」的課堂參與，學生需要自行規劃一個方法來解決自己的問題，透過活動來自我建立科學知識和推理，需要討論、分析他們的方法，並藉由活動中的觀察、記錄、實驗驗證、再修正，甚至自己解釋自己的實驗結果、與他組同學進行實驗結果的交流。有老師參與的課堂對話會因為是由學生引發的問題研究，讓學生專注而主動的積極學習。例如，學生會好意提醒老師：「砝碼不能碰水吧！老師要不要換一個重物來比賽？」

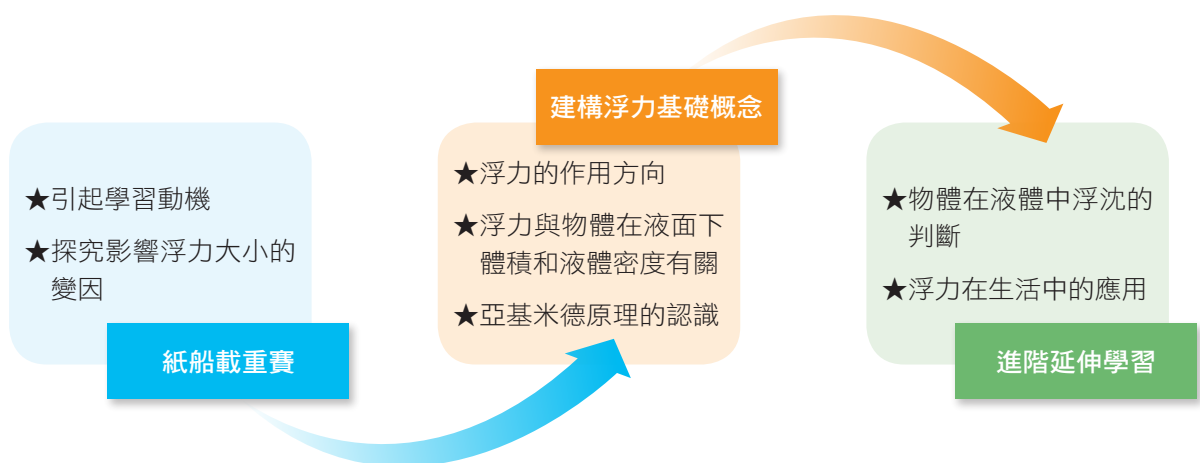


圖 2.「紙船印象—浮力探究」課堂流程

### 三、教學中所用簡報

提供參考如下，其中部分圖片資料取材自網路資源。

**科學知識**

- 阿基米德原理（浮力原理）
- 物體能浮在水面是因為受到水的浮力作用



浮力的方向向上

（圖片來源：<http://www.baike.com/wiki/浮力定律>）

**科學知識**

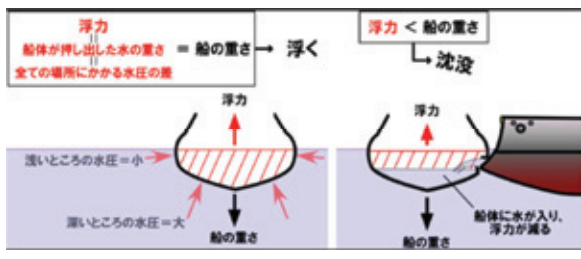
- 阿基米德原理
- 影響浮力大小的因素
  - 在液面下的體積？
  - 液體的種類？

**力的大小**



影響浮力的變因與物體在液面下體積和液體的密度有關

（圖片來源：<https://www.youtube.com/watch?v=esRroD0BWaA>）



當浮力 < 船重時，船將下沉

（圖片來源：<http://f.hatena.ne.jp/ssn29/20060429220331>）

**科學知識**

- 依據
- 你知道「真正的」輪船浮在水上的原理嗎？
- 你們設計的紙船在月球上能載重嗎？
- 如何利用物理知識去解釋為什麼這艘紙船可以載重？



紙船載重賽改以麻將棋子當砝碼

### 四、教學評量

教學評量可以在整個教學活動的歷程中進行，而不是獨立在學習情境外，另加紙筆測驗。評量方式可由教師評量學生迷思概念的改變情形、知識的擴展程度或由學生自評、互評自己與同儕間的合作學習。因此，課堂進行中的診斷性評量、符合教學目標的形成性評量和知識應用的總結性評量是陸續在三堂的浮力課程中依序出現的。

### 提供學生自然科學學習表現的展能平台

學生透過參與探索與解釋等過程中，能養成應用科學思考與科學探究的習慣，將科學知識內化為生活智能、以提升科學素養。表 1 是對應 12 年國教課綱情形。

表 1 12 年國教課綱國民中學教育階段自然科學學習重點

學習表現項目	探究能力－思考智能	探究能力－問題解決	科學的態度與本質
子項	想像創造	觀察與定題	培養科學探究的興趣
	推理論證	計畫與執行	養成應用科學思考與探究的習慣
	批判思辨	分析與發現	
	建立模型	討論與傳達	認識科學本質

若以 12 年國教課綱國民中學教育階段的自然科學學習重點來檢核「紙船載重賽」浮力探究課堂，我們可以看到學生展現以下的思考智能：

「ti-IV-1 能依據已知的自然科學知識概念，經由自我或團體探索與討論的過程，想像當使用的觀察方法或實驗方法改變時，其結果可能產生的差異；並能嘗試在指導下以創新思考和方法得到新的模型、成品或結果。」

★紙船載重賽歷程提供機會讓學生展現「想像創造」能力。

「tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正確性。」

★學生在紙船載重賽的試誤歷程與浮力相關科學原理的知識建構中，展現「推理論證」的能力。

「tm-IV-1 能從實驗過程、合作討論中理解較複雜的自然界模型，並能評估不同模型的優點和限制，進能應用在後續的科學理解或生活。」

★紙船載重賽歷程讓學生有機會「建立模型」驗證自己的想法，進而推論出真實情境中的水上交通工具所應用的浮力原理。

此外，在科學的態度與本質項目，學生能在課堂中培養出科學探究的興趣：

「ai-IV-1 動手實作解決問題或驗證自己想法，而獲得成就感。」

「ai-IV-2 透過與同儕的討論，分享科學發現的樂趣。」

### 培養學生能力比教他會考試更重要

浮力當然不是玩紙船就能學得好！玩玩紙船無法讓學生應付所有的計算試題、沉體或浮體浮力大小或比較的變化題，甚至浮沉體的浮力大小交互比較的問題。譬如常見的評量試題如下：水杯中的冰塊融化，水位如何變化？果汁杯中的冰塊融化，果汁液面上升還下降？將某一不溶於水的物體放入水中，若其體積的  $\frac{1}{5}$  浮出水面，則該物體的密度為多少？只是這些評量試題真的都是學生在生活中會應用到的問題嗎？重要到老師需講 3～5 題到這些試題成為學生的「熟悉任務」為止？

課堂時間有限的理化老師是否該取捨一下，教知識？教解題能力？教科學应用能力？孰輕孰重，如何兼得？

因應教改，中學教師面對的挑戰還真不是三言兩語可論述完的。但是，培養學

生解決問題能力、培養學生思考智能、引領學生認識科學的態度與本質、增進學生科學素養是重要的呀！

其實，紙船載重賽的獎勵，不過是老師的讚美和實驗挑戰成功的評量分數，並不是用多高的獎勵來誘發學生積極探究的

學習動機。這個課程的規畫用意在於讓學生學習較抽象的浮力概念單元，能以「實用的知識」觀之，而不是另一個考倒學生的單元。圖 3 節錄幾句簡單的學生意見，反映出學生不是只來實驗室「玩耍」、甚至能給老師肯定的回饋。

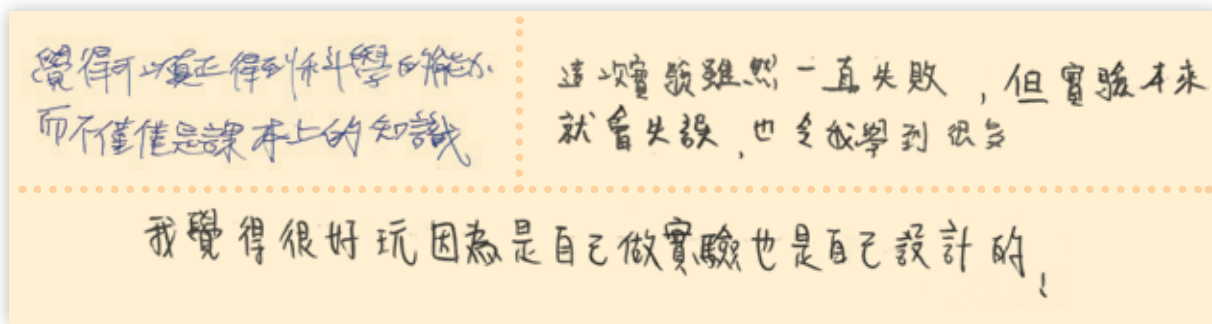


圖 3. 學生回饋意見

### 老師「無為」？學生「有作為」！

學生的實作能力是可以培養的，當學生知道他進實驗室的學習目標、或決定探究議題之後，應初步列出所需器材，或替代方案。學生須熟悉實驗室內器材的位置、並能在實驗過後將器材清洗後放回原位。不過，並不是所有學生一進實驗室就能上道，大約需要三次的磨練，才能看到學生探究能力的成長。

透過實作課程學習的學生或許不如透過試題訓練的學生更容易在定期評量時，考出高分的成績。但是，能讓學生從被迫參與的食譜式實驗的操作方式到自己主動擬訂探究目的、尋求所需器材、進行實驗規畫到自行分析發現的自立自強實驗課，將可實現 12 年國教課綱中自然科學學習表現的教學目標。

科學素養的教學與評量著重於學習內容（探究內容）與學習表現（探究方法）的結合，最終與生活情境中做問題解決。單純的教師講述法，絕對是不足以達成上

述教學目標。如何將教學活動重新調整規劃、如何進行差異化教學、滿足高程度學生的學習需求同時，不讓紙筆測驗低學習成就的學生成為教室裡的客人，老師絕對是不能孤軍奮鬥的！

兼顧國中教學內容與課程進度的探究式科學課程的課題，仍須教師們透過共同備課一起開發、試行與再修正。現階段或許無法每一節課皆進行過於開放式的探究課程，但從一學期兩個單元逐步進行到每個月有一課題，甚至鼓勵學生於假期或課餘進行個人專題的探究，都將有助於提升學生在科學學習的興趣、增進學生的問題解決能力以及具備科學素養的生活能力。

### 參考資料

1. 12 年國教自然領綱
2. 研習資料：「中等教育階段自然領域教學研究中心」臉書官方粉絲團

李美惠  
臺北立市仁愛國民中學輔導主任