

# 2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案格式與學習單

<b>教案設計者：李弘善（新北市三芝區橫山國民小學）</b>
<b>課程領域：</b>
<input type="checkbox"/> 物理 <input type="checkbox"/> 化學 <input type="checkbox"/> 生物 <input type="checkbox"/> 地球科學 <input type="checkbox"/> 科技領域 <input checked="" type="checkbox"/> 自然科學探究與實作 <input type="checkbox"/> 數學 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>語文、藝術</u>
<b>一、教案題目</b>
骨頭大探索
<b>二、授課時數</b>
40 小時(10 節課)
<b>三、教案設計理念與動機</b>
<p><b>(一)、引導學生從負面印象轉向積極認知骨骼的重要性：</b>本人注意到許多學生，對骨頭抱持著負面觀感，認為骨頭與死亡、恐怖的事物相關。教案設計的動機之一，是希望透過適當的教學活動，改變學生對骨骼的刻板印象，讓他們理解骨骼並不可怕，反而具有重要的生物學意義。</p> <p><b>(二)、彌補科學教育中骨骼議題的不足：</b>研究顯示，相較於其他器官，骨骼在科學教學中甚少被提及。本人搜尋教育研究資料也發現，描述骨骼教學的文獻相當稀少（Tunncliffe &amp; Reiss, 1999）。因此，設計此教案的動機是為了填補這一塊的教學空白，提供一套可供參考的骨骼教學方法。</p> <p><b>(三)、強調骨骼結構在生物學概念學習中的關鍵作用：</b>本人認為，掌握骨骼結構是學習演化、分類等議題的重要基礎。了解骨骼結構能幫助學生解釋分類關係，例如鯨豚的骨骼結構與哺乳動物相似而非魚類。此外，骨骼結構也決定了動物的體型、運動方式、環境適應以及食性。本人希望透過骨骼教學，讓學生對動物有更深層的認識，並能進一步分析動物的生物特性。</p> <p><b>(四)、提升學生的科學探究能力與科學素養：</b>教案設計融入了動手操作、科學論證、閱讀與繪圖等多種學習方式，可以培養學生的探究技能，並增進其科學素養（Lee, Liu, &amp; Yeh, 2015）。本人希望學生能從對人體骨骼的認識出發，進而將知識遷移到其他動物的骨骼，並運用所學於戶外觀察，展現其探究能力。</p> <p><b>(五)、探索跨領域學習的可能性：</b>教案設計結合了自然科學與藝術（素描），並融入閱讀與寫作（心情感想、作文），希望透過跨領域的學習方式，同時增長學生的探究能力、藝術表達能力以及語文能力。</p>

**(六)、提供資源有限環境下的教學策略：**本人體認到偏遠小學資源有限，因此教案設計也著重於如何在有限資源下引導學生認識骨骼（李弘善，2010）。

總而言之，此教案設計的理念與動機是多元的，核心目標是透過生動有趣的骨骼教學，扭轉學生對骨骼的負面印象，彌補傳統科學教育的不足，強調骨骼在生物學學習中的重要性，並培養學生的科學探究能力和更深層次的生物學理解。

#### **四、教學目標**

**(一)、克服對骨骼的刻板印象與恐懼：**改變學生對骨骼的負面認知，消除將骨骼與死亡或恐怖聯繫的刻板印象。

**(二)、理解骨骼的基本結構與功能：**讓學生掌握人類骨骼的細部結構（如肱骨、脊椎、肋骨等）及其功能，例如支撐、保護器官、運動及造血。

**(三)、學會骨骼知識的遷移與應用：**引導學生將人骨的知識遷移到其他動物的骨骼結構，理解骨骼與體型、運動及環境適應的關係，並分析動物的特性（如食性與棲息地）。

**(四)、提升觀察與科學探究能力：**培養學生透過素描、觀察標本與記錄骨骼，並在博物館及戶外教學中實踐，發展其獨立探究能力。

**(五)、加強跨領域學習與表達能力：**結合美勞、閱讀和寫作，促進學生在多元學習活動中提升繪圖、記錄和文字表達能力，深刻理解科學概念，讓不同學習風格的學生都能參與。

**(六)、背誦與名詞記憶：**強調骨骼名稱的背誦訓練，以方便師生溝通、分享學習成果，並應用於更深層的科學學習。

**(七)、啟發生物學的興趣與創意表達：**激發學生對骨骼及動物生物學的興趣，並引導其透過日記、作文或繪畫的方式，表達對骨骼的全新理解與獨特見解。

#### **五、教育對象**

小學中年級生（共 15 位）

#### **六、課程設計（方法與步驟）**

**(一)、取得學習者的先備經驗（前測）：**在課程開始前，先了解學生對骨骼的既有知識和看法，請學生畫出人體骨骼和虎鯨的骨骼。本人為了客觀評估繪畫表現，採用並調整英國教育學者發展的骨骼繪畫等級量表（Tunnicliffe & Reiss, 1999，表一），將學生的繪圖分為不同等級，例如從沒有畫出骨頭，到能畫出完整骨骼並標示細部名稱。前測的目的是為了分析學生前後的表現，並檢視教學效果。

表一：骨骼繪畫等級量表

等級 1	沒有畫骨頭
等級 2	以簡單線條或圓圈表示骨頭
等級 3	以「狗骨頭」形狀表示骨頭，且骨頭呈現散亂或分佈於全身
等級 4	有一類型骨頭出現在適當位置
等級 5	至少兩類型骨頭（例如脊椎和肋骨）出現在適當位置
等級 6	定義出脊椎骨骼組織（例如定義出脊椎、頭骨、肢體或肋骨）
等級 7	畫出完整的骨骼（例如定義出脊椎、頭骨、肢體以及肋骨之間的關連）
等級 8	畫出完整的骨骼且寫出一個肢體細部骨骼名稱
等級 9	畫出完整的骨骼且寫出兩個以上肢體細部骨骼名稱
等級 10	畫出完整的骨骼與肢體細部骨骼名稱

## (二)、進行骨骼課程：

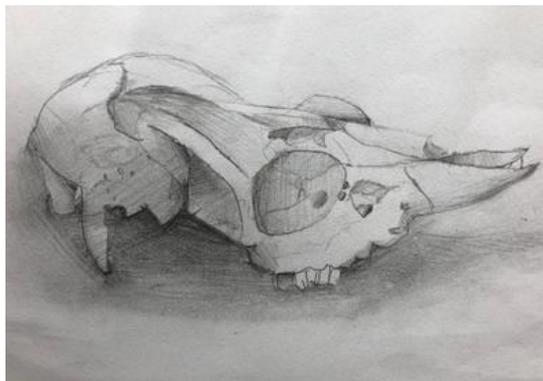
- 1. 以人類骨骼為主要教學對象：**課程以人類骨骼為基礎，讓學生熟悉並背誦上肢骨和下肢骨等細部構造的名稱。本人認為，了解細部構造有助於日後與他人溝通和比較不同動物的骨骼（圖一）。
- 2. 進行比較解剖學：**除了人骨之外，課程也會比較人與狗的上肢骨與下肢骨，找出兩者對應的骨骼並熟記。同時，也會展示兔子和虎鯨的骨骼模型，以及北極熊、雲豹、梅花鹿、河狸、狗等哺乳動物的頭骨。透過比較不同動物的骨骼，學生因而理解骨骼結構與動物體型、運動方式、環境適應和食性的關係。
- 3. 培養科學繪圖技巧：**為了讓學生能以專業方式記錄骨骼，本人商請美勞老師指導學生素描骨骼。素描對象包括動物的骨骼模型和頭骨（圖二）。
- 4. 提供多元學習資源：**教室內擺放骨骼模型和相關書籍，供學生隨時觸摸與查閱。本人也會提供自己創作的骨骼科普文章給學生閱讀（圖三）。
- 5. 融入情感與反思：**素描課程後，本人請學生記錄心情感想，最後寫成作文，希望透過跨領域學習增長閱讀與探究能力。課程設計也著重於消除學生對骨頭的負面印象，引導他們理解骨頭的功用。

**(三)、運用課堂技能於戶外場域（戶外教學）：**在學生對骨骼結構有基本認識後，本人規劃戶外教學，帶領學生到國立臺灣博物館實際觀察大型動物（如大象和鯨豚）骨架。學生當場畫下動物骨骼，在不依賴本人的情況下，獨力標示骨骼的細部名稱。這個步驟讓學生運用課堂上學到的人骨知識來解讀其他動物的骨骼，展現探究能力（圖四、圖五）。

總結來說，課程設計採取了**由簡入繁、由熟悉到陌生**的步驟，先建立學生對人體骨骼的基本認識，再透過比較、觀察、繪圖和實地考察等方式，引導學生將知識遷移到其他動物的骨骼，並最終應用於化石的辨識。同時，課程也重視培養學生的科學探究能力、繪圖技巧和對生物學的深層理解。



圖一：學生需要背誦主要骨骼名稱



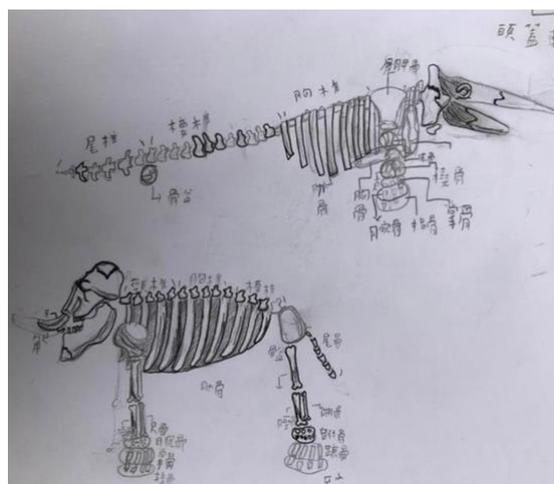
圖二：美術老師指導學生描繪動物頭骨



圖三：教室內的書籍與模型



圖四：學生到臺博館描繪大型動物骨架



圖五：學生到臺博館描繪的骨架，呈現主要骨骼名稱和位置

## 七、學習評量內容

### (一)、測試學習遷移

最後的驗收，分成三個方面：

1. 請學生再次畫出人體骨骼並標示名稱（圖六）。
2. 請學生再次畫出虎鯨骨骼並標示名稱。本人期望，學生能夠將人骨的知識運用於鯨骨。
3. 讓學生觀察始祖鳥以及孔子鳥的化石模型，因為鳥類的骨骼化石多呈現散亂狀態，與規規矩矩的骨架標本有相當大的差異。學生若要分辨出化石的骨骼，必須有相當的知識方能達成。本人讓學生根據先前的筆記與繪圖，提取先前的人骨經驗，嘗試獨力標示鳥類化石的骨骼名稱；如果學生可以完成，表示能夠把人骨的知識成功的應用於其他方面（圖七）。

## （二）、延宕測驗

本人也好奇，學生當下習得的骨骼知識，會持續多少時間？本次骨骼課程完成後兩年，也就是這群孩子畢業前夕，本人再請他們畫出虎鯨的骨骼，評估延宕成果（圖八）。

## （三）、成果與效益

關於人類骨骼表現等級，前測表現是：第二級 4 位、第三級 2 位、第四級 5 位、第五級 4 位。後測表現則是：第四級 1 位、第六級 4 位、第七級 3 位、第九級 7 位。由此可見，學生在教學介入後，至少都能指出一項骨頭的正確位置，而能畫出完整骨骼、寫出兩個以上肢體細部名稱者，將近一半（7 位）。

骨骼教學的另一目的，是期望學生參照課室習得的人骨構造，畫出並標示展場動物的骨骼。分析博物館的骨骼素描，完整畫出細部骨骼的，有 12 位；畫出粗略骨骼構造，有 2 位；有 1 位則是畫出細部構造，但是沒有標示名稱。可見，大多數學生置身展場之際，能獨力將人骨識別遷移到其他動物。

至於鳥類化石，能夠參照人類骨骼、完整畫出軀幹以及肢體細部的，有 6 位；畫出部分肢體細部的學生，有 4 位；畫出籠統骨骼的學生，有 4 位；有 1 位則是畫出精細骨骼，卻沒有標示。由於化石骨骼散亂，必先細心觀察並揣摩哪些移位或缺失，與博物館骨骼標本相較，難度明顯提高，而大多數學生仍可指出大塊的骨骼名稱。

學生在觀察與素描中，掌握了記錄圖像的技巧，有位分享繪畫的步驟：

出畫骨頭的三方式：第一，把輪廓畫好再畫骨頭；第二，畫大骨頭，再畫小骨頭；最後，依照頭、身體和腳的順序來畫

學生在觀察、思考、操作與閱讀中，原先對骨頭的恐懼一掃而空，且理解骨頭的功用。上課前，認為骨頭是「妖魔鬼怪」的學生，課程結束後這樣寫的：

骨頭是身體專業的保鏢，無時無刻都在保護身體的器官；骨頭是鋼鐵，肌肉就是引擎，搭配其他器官，就是一輛活動自如的車子了。骨頭很酷

其他學生則在日記或作文中，以個別創意詮釋骨頭的妙用：

※本來我覺得骨頭是「死」的象徵，但是漸漸覺得不害怕；原來四肢像車胎、車子的外殼跟骨頭一樣

※骨架，是身體的大力士，一個一個接起來，就是支撐身體、保護心肺和其他內臟的大鷹架

※本來看到骨頭想到「死」，現在學過骨頭，認為沒有骨頭會「死」。骨頭給我們血液，也是生命的大股東

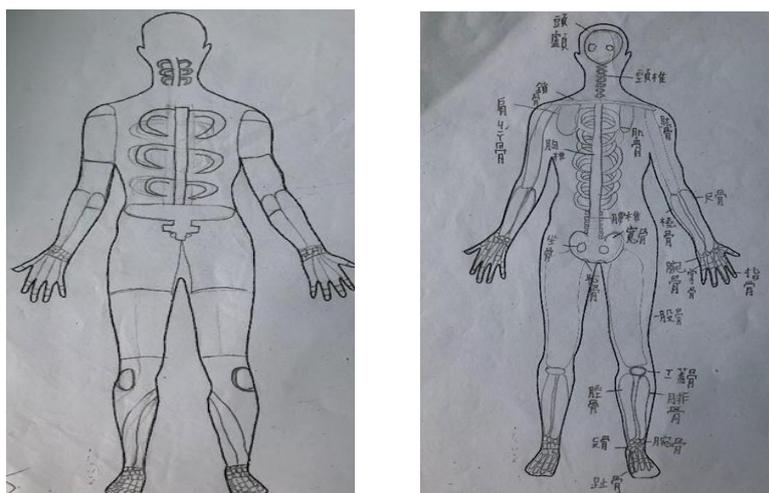
除此之外，也有學生從骨骼推測食性以及棲息環境：

學會了骨頭，就可以推測動物大概長怎樣，吃葷還是吃素，生活在海上還是陸上還有動物的運動方式：

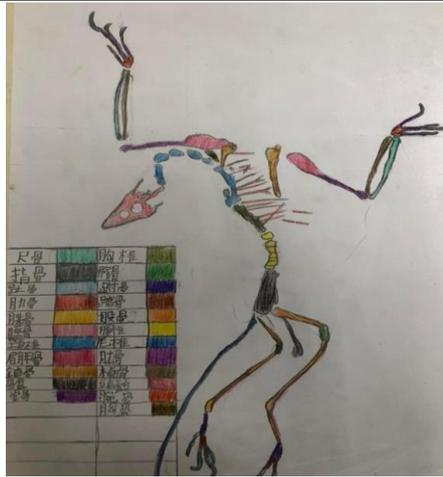
我認識了橈骨、肱骨、腕骨、肩胛骨，也發現人的手骨和狗的前肢不同——原來狗是跖著腳尖行走的

至於鯨豚骨骼，前測分析發現：只有 3 名學生畫出胸鰭有類似骨骼的構造，9 名皆畫成魚類的骨骼。由此可知，就算學生知道鯨魚是哺乳類，也可能把鯨豚視為魚類。本人分析後測，發現畫出鯨魚前肢骨骼者，達到 10 人，將近 67%；更有學生精確畫出並指出前肢的肱骨、尺骨、橈骨、掌骨與指骨，以及頸椎、胸椎等細部。兩年後，本人趕在學生畢業前，請他們畫出虎鯨骨骼，當作延宕測驗。此時 1 位已經轉學、1 位請假，因此有 13 位作答；能夠清楚畫出前肢骨的，剩下 6 位，卻都能記錄骨骼的名稱，有些甚至指出鯨豚有退化的骨盆，相當難得；且沒有學生把畫成單純的魚骨模樣。

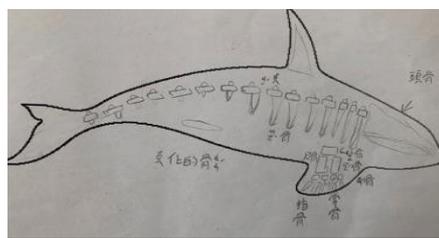
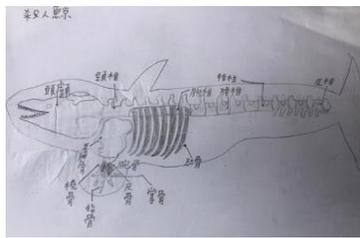
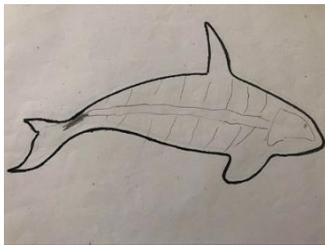
目前國中課本關於骨骼的敘述，也只有寥寥數語；關於鯨豚分類，則直接說明屬於哺乳動物，並沒有深入舉證理由為何。如此，「鯨豚屬於哺乳動物」的概念，很容易在課程緊繃以及應試壓力下，變成選擇題的選項，而非訓練學生探究的利器，殊為可惜！這次的骨骼教學，以符合科學認知的概念衝突方式設計課程，讓學生理解鯨豚的骨骼異於魚類骨骼，且透過探究、閱讀與繪圖，不但掌握脊椎動物骨骼細部名稱，更能從骨骼特性推測動物的習性與食性，並且比較動物與人類骨骼的異同。期望他們進入國中階段、接觸課本簡單扼要的敘述，能夠提取小學的認知，真正理解「鯨魚非魚」且能提出證據，也能秉持科學角度看待普遍認為「不祥」的骨骼，以深層的方式了解生物的分類。



圖六：課程前（左）和課程後（右），同一位學生的人體骨骼繪圖表現比較



圖七：學生描繪始祖鳥化石模型，運用人體和其他動物的骨骼知識，畫出化石骨骼圖



圖八：同一名學生，從課程前（左）、課程後（中），到兩年後的延宕測驗表現（右）

### 參考資料

Lee, H.-S., Liu, S.-Y., Yeh, T. K. (2015). "Sharks in your hands"—A case study on effects of teaching strategies to change attitudes towards sharks. *Journal of Biological Education*.

Tunncliffe, S. D., & Reiss, M. J. (1999). Students' understandings about animal skeletons. *International Journal of Science Education*, **21**(11), 1187-1200.

李弘善（2010）。以海洋教育提升弱勢學生的學習動機。口頭發表於亞洲地區弱勢學生教育教師專業國際學術研討會，新北市。

本課程讓學生參考查閱的書籍如下—

骨骼 (SKELETONS) --令人驚奇的造型與功能 (2018) : 北星圖書事業股份有限公司, 新北市, 256pp

BONES! 動物頭骨圖鑑 (2015) : 臺灣東販股份有限公司, 臺北市, 190pp

骨架 (1992) : 英文漢聲出版有限公司, 臺北市, 63pp

BONES 骨頭 (2016) : 小魯文化事業股份有限公司, 臺北市, 45pp

骨之旅 (2018) : 小熊出版, 遠足文化事業股份有限公司, 新北市, 40pp