

雙語「熱」——小學自然科學課堂中的實踐

陳英智

臺北市萬華區西園國小

a2113n7001@grad.ntue.edu.tw

摘要：本文以六年級學生的自然課作為實踐5E探究式教學法的場域，並於課堂中初次加入CLIL的理念，研究的主要目的是實驗新的教學方法以及調查學生對實施雙語自然課後的看法。研究者以物理和化學的重要主題「熱的影響與傳播」出發，於課堂中使用英語詞彙和句型，搭配中文解釋，以建立學生基礎觀念。為了深化學生的閱讀素養與科學實作的能力，採用Kathleen Weidner Zoehfeld 於2015年出版的科學繪本 *What Is the World Made Of? All About Solids, Liquids, and Gases* 啟發學生去觀察生活中物質遇熱時的三態變化，順帶學習英語的表達，在示範教學的一堂課和學生一同討論熱學基本原理的生活應用，輔以學生的實驗紀錄發表與學習單當作形成性評量。經Google表單調查發現64%的學生對這樣的雙語課持正面回饋，但仍有不少課程與學習上的難點尚待克服。

■ 前言

雙語教育近年來在臺灣教育現場已成為熱門關鍵字。不論是生活、健康與體育、藝術、音樂、綜合，甚至讓許多學生視為畏途的雙語數學或雙語自然課，也有一些學校正在推行。第一線的教師與專家學者對雙語政策的推行看法分歧。如何達到自然課的課程目標，又能培養學生的語言理解能力，這確實對自然教師和學生來說皆是挑戰。研究者以六年級翰林版第一章：「熱的影響與傳播」當作主題，以5E(Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, Evaluation)探究式教學法為教學設計的骨架，並加入CLIL(Content and language integrated learning, 內容和語言的整合學習)的理念，希望能創造出一些教學上的火花。

■ 課程設計

課程設計採學生和學科為中心的折衷模式，流程修改自陳佩英與愛思客團隊(2018)課程設計思考流程，而評量方式以學生實驗與創作的內容與學校傳統的紙筆評量搭配而成(見圖1)：

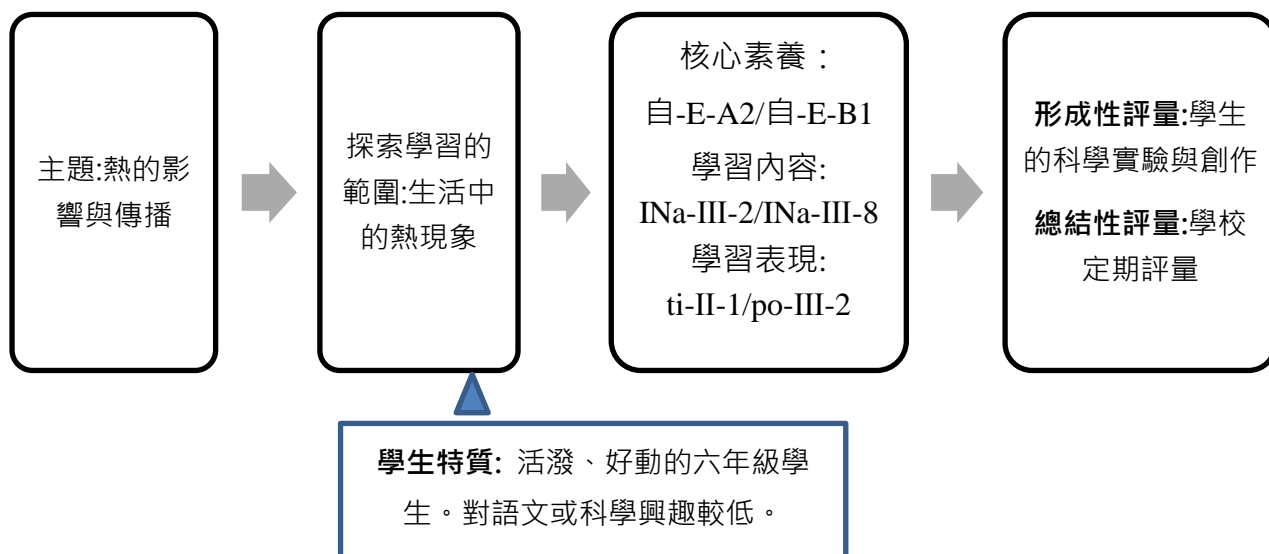


圖1 課程設計思考流程圖

「熱」這個單元是化學、物理的重要基礎。本次教學的重點在於

- 一、帶領學習者認識物質在不同溫度產生體積脹縮的現象。
- 二、建立學習者的粒子觀念，使學習者更能體會物質三態變化的過程。
- 三、引導學習者透過實驗探究熱傳播的方式。
- 四、啟發學習者應用所學到的「熱」知識到生活中。
- 五、鼓勵學習者認識科學英語詞彙，閱讀和收聽相關科普介紹。

周金城(2021)指出國小自然雙語教學可分成科學概念教學和科學實驗操作兩部分。在科學概念教學的時候，可以列出該單元重要中、英語單字介紹，並且使用表達因果句型的英文字，在中文講解時逐步增加英語比例。至於實驗操作，因為能搭配動作，可以逐步增加英語使用比例並鼓勵學生多使用中、英語表達。以此概念做為雙語自然教學時的目標，並設計授課的流程如圖2所示：

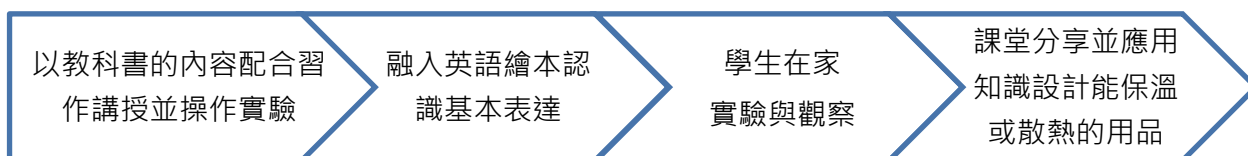


圖2 教學流程執行步驟

根據Bybee(2009)5E探究式教學法為課程骨架建立學生觀念，主要分為以下步驟：

1.參與(Engagement)：研究者透過Kathleen Weidner Zoehfeld(2015)所創作的英語繪本提問「這世

界究竟是由什麼組成?(What is the world made of?)」「你(妳)曾經看過人穿牆嗎?(Have you ever seen anyone walk through a wall?)」用不尋常的問題吸引學生注意，並帶入之前所學有關物質三態的觀念。在教「熱傳導」這個單元時，請學生觀察生活中一些「熱」現象(如圖3)來連結本單元和學生的生活經驗。

2.探索(Exploration)：學生經由實驗觀察現象，如：奶油在鐵尺上不同位置的融化速度比較、從冷熱廣口瓶中線香白煙上飄或下沉思考溫度改變對物質形態和運動有何影響。如果實驗和預期結果出現不同時又該如何去處理？如：奶油加熱後卻遲遲無法融化的原因。

3.解釋(Explanation)：學生以自己的觀察進行說明或提問：「為什麼熱氣球會往天空上飄？是因為重量比較輕嗎？」「為什麼打開冷凍庫時周圍的白煙是往下沉？」此時研究者引入體積和密度的基本概念讓學生可以澄清迷思。

4.精緻化(Elaboration)：此時研究者加入一些挑戰學生思維的問題，讓學生能深入思考。「為什麼冷氣機要擺靠近天花板的位置，而電暖爐一般放在地板附近？」「凹陷乒乓球泡熱水會回復原狀是熱脹原理的應用？還是跟乒乓球本身材質有關？」

5.評量(Evaluation)：聽完繪本的介紹，請學生在家找一些生活用品或食物，觀察這些東西加熱或冷凍後會產生什麼變化，做一個觀察報告或跨領域的創作。從中訓練學生建構自己的探究和表達能力，並評量學生是否達到學習目標。



圖3 生活中的熱現象 (圖片來源：Canva Creative Studio簡報範本)

由於學生對雙語課程不太熟悉，研究者一開始先以傳統講授法搭配實驗操作讓學生對基本物質三態觀念有些認識，之後選擇 *What is the world made of?* 這本書。這是一本關於生活中物質三態觀察的繪本，選擇原因是它符合CLILAC原則(林律君，2018)：**1.學科(content)：**以自然科學和英語文兩學科為主；**2.溝通(communication)：**可以學到物質三態的英語(solid, liquid, gas)、物質性質的一些動詞表達(~is made of~, hold their shapes, take up space, take on the shape of~, change water from a liquid to a solid state)、形容詞敘述(hazy gas, slippery cooking oil, sticky maple syrup)；**3.認知(cognition)：**經由閱讀與教師提問，能啟發學生對生活事物的更深認識。例：書

中提到溫度改變會造成物質的狀態的改變，如放入冰庫的水變成冰，而放在手上的冰會化成水。大家想想，常溫下原先固態的巧克力融化成軟軟滑滑的巧克力醬，還有煎熟的蛋，這些都可以復原嗎？還有書末提到生活中有些事物並非包含一種狀態，如：一碗熱湯麵，就包含固態(麵條)、液態(高湯)和氣態(熱氣)三種狀態，生活中有些看似平常現象背後並不簡單；4.文化(culture)：從老師導讀的過程中，學生可以感受不同於國內自然課本以陳述性知識(descriptive knowledge)為主，國外的繪本則是以經驗知識(acquaintance knowledge)、著重學生感官體驗的敘述為導向，使程度較弱的學生認知負荷(cognitive load)不至於太大，是雙語科學教育的重要素材。

此次雙語教學共計三堂課，第一堂課著重於科學繪本的導讀；第二堂課則是聚焦於複習之前學過的觀念與生活應用，以學生的實驗報告和討論作為評量依據；第三堂則是彼此分享學習單的上關於「熱傳播」的設計。每堂課英語和中文的比例大約各占50%。學生回答時多用中文或英語單詞，如:hot, cold, solid, liquid, gas, water...，如果學生回答不出，往往是題目範圍太大，相關詞彙和句型學生未學過，教師可以先給予簡易問題當鷹架，並搭配手勢、圖示和表達示範，讓學生在表達上不會一下子就遭遇到阻礙，例：

Teacher: How does a thermos flask work?

Student A: ...

Teacher: First, you see the outer wall of the bottle.

(指向保溫瓶圖片的外層) What color is it ?

Student A: It's 銀色.

Teacher: Silver!

Student A: It's silver.

Teacher: The silver wall in the thermo bottle stops heat loss.

(手掌向前，表示阻止；講到heat loss，指著熱水杯上的熱氣，請學生跟述。)

Student A: The silver wall in the thermo bottle stops heat loss.

(一來一往建構表達鷹架，但是花費的時間很多!所以難的句型讓學生用中文表達即可。)

除了繪本的介紹，搭配課文提到熱的傳播方式與保溫、散熱的方法，同時給予學生充足的學科知識與語言鷹架，藉由影片、文章閱讀、示範等為讓學習更有成效(陳秋蘭等，2018)。研究者在設計時考量到學習者初次接觸到雙語課程十分陌生，所以英語輸入著重在聽和讀，而英語口語表達則放在詞彙的唸讀，語句的產出則放在之後的課程中練習，暫時還不是本次教學的核心。

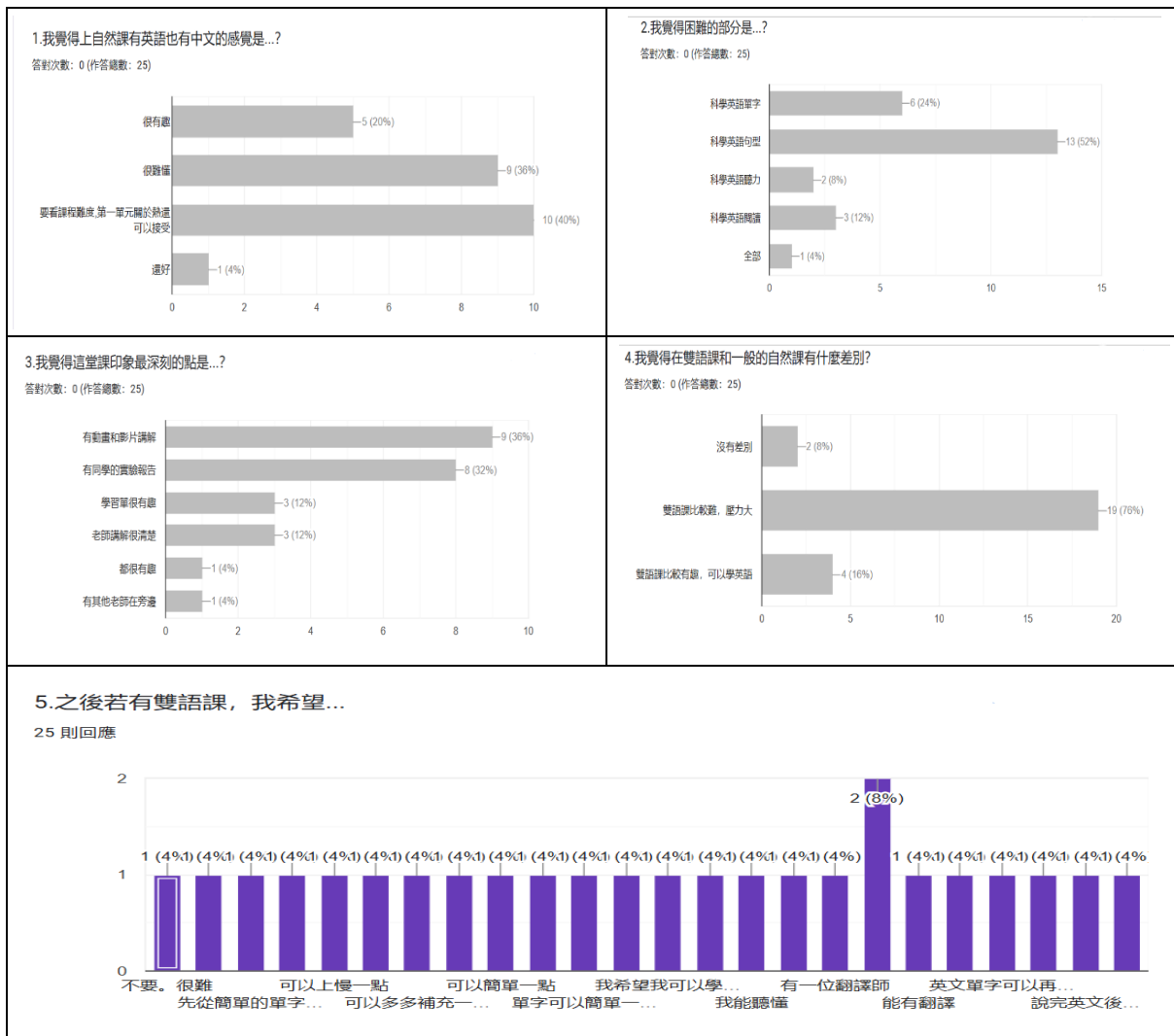
文末附錄一是第二堂課所設計出的教案，而附錄二則是教學時所使用的學習單。

■ 教學回饋

一、學生回饋

學生對雙語課的回饋以Google 線上表單收集，回答人數是觀課班共25名學生。以下是回覆結果如下表1：

表1 學生初次上完雙語課的回饋統計



整體觀之，從問卷第一題：關於自然課有中文也有英文的感覺為何，回答「有趣、還好、可以接受」的學生有64%，而覺得「難懂」的有36%，班上半數以上的學生對雙語自然課的回饋是偏向正向的；第二題：覺得困難的部分？學生回答困難的部分有52%覺得是科學英語句型，其次是科學英語單字(24%)。其實即便是高年級學生，很多科學英語句型，如: 1. How does _____ work? / 2. What happens when _____? 是英語課本沒有教過的，而科學英語單字如:

conduction, convection, radiation 在一般生活對話也不常見，學生認為困難是很自然的；第三題：請學生想想印象深刻的部分。學生回應認為最主要是有動畫(36%)和有同學的報告(32%)。由此可知在這個網路影音普遍、AI當道的時代，電腦動畫生動地呈現熱傳遞影像讓學生記憶猶新，是可以深入發展的區塊，一些電腦建模網站(如: CoSci、NetLogo、SageModeler等)或因材網的AI學習小幫手—e度都能為教學增添一股活水。至於學生在家動手完成的科學觀察實驗也能引起學生對雙語科學課的興趣；第四題為雙語自然課與一般自然課有何差異。有76%的學生感到雙語課壓力大。與第四題呼應，關於第五題的回應，多數學生都希望往後若有雙語自然課時，使用的字彙能簡單一些，或是有翻譯。研究者認為科學專有名詞可以用圖片、動畫、簡單英語字加動作輔助解釋，學生真的不懂即便翻譯也無妨，但是避免句句翻譯。授課教師可以指導學生模仿母語人士正確的發音和表達，多給學生練習機會，讓學生和同儕互相交流，即便有發音文法錯誤也不中斷，才能達到溝通的目標。此外，有些時候學生的「不懂」不是英語單字沒聽懂，而是科學觀念不清楚，產生另有概念(alternative conception)。如：把熱看成是種氣體，類似蒸氣。未來教學可以引導學生進行概念改變的教學(盧姍姍，2022)。

二、個人教學反思

如何把生硬的科學知識連結學生的生活經驗一直是一個重要研究課題，而又要融入外語學習的元素確實讓不少老師和學生大喊吃不消。凡事都有第一次，這些學生們之前並沒有上過類似課程的經驗。所以剛開始把教學重點放在科學詞彙和常用表達句型的認識，以輸入為主，包括聽讀，說的部分則是能講出關鍵字彙即可，相關表達句型則需要更多的機會練習。個人把教學重點放在學生個人探究與實作的報告上，希望學生去當個科學世界的探索者，而不是實驗室裡的聽眾。整體來說學習單內容偏難，鷹架在搭建的過程中可能因為時間的關係所以並沒有循序漸進，所以學生跟不上。因此，雙語教學除了要考量自然課程本身概念的難度外，學生的英語水準本身也是設計時的考量重點，要如何精準地拿捏這部分並不容易，有賴教學者深度觀察學生學習狀況後滾動式地調整教學，將來教學時也可以輔以熱的概念圖(如下圖4)或電腦建模(如：使用PhET: States of Matter: Basics，如下圖5)加深學生印象。

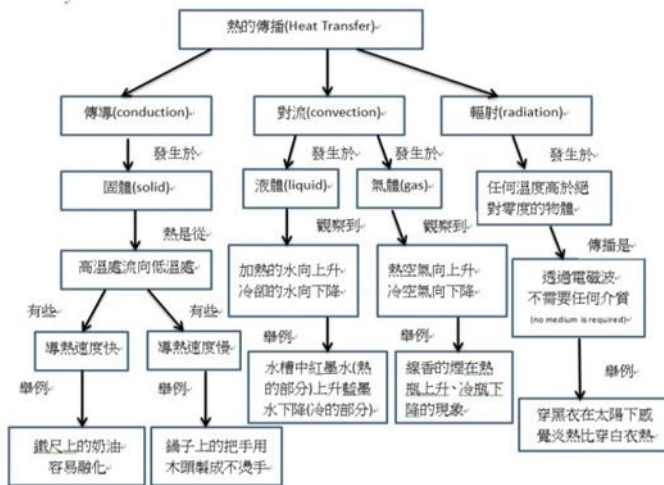


圖4 熱的概念圖 (圖自繪，改自黃國禎，2008)

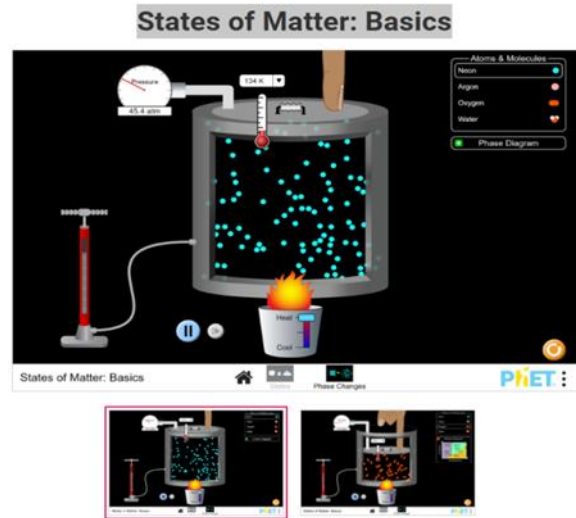


圖5 互動式類比教材(PhET)模擬粒子受熱降溫的變化

■ 結論

根據課程實踐的結果，雙語科學教育對於國小生而言有其困難度。主要的難點在於相關英語詞彙和句型學生並不常用，且有些詞語構詞複雜，學生不易理解。若要全面推行，教師可以使用動畫、互動軟體、實物、動作、繪本以及和生活有關的趣味小實驗來引起學生的動機，促進學生理解，進而提高學生的參與感。例如：學生在教學後，能對生活中的物品如：巧克力、冰淇淋、奶油、顆粒狀棉花糖、養樂多、蠟燭、起酥片等進行觀察和紀錄(圖7至圖13)，說明物質受熱變化的情形。





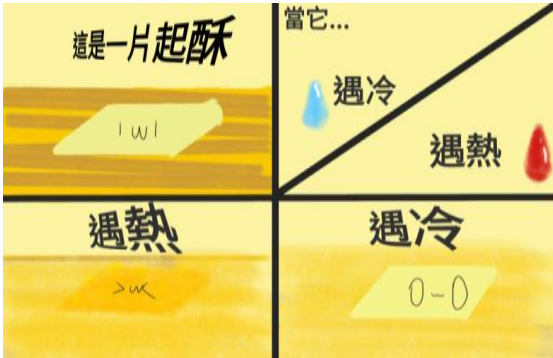
「熱」這個單元看似稀鬆平常，但是許多的物質受熱或冷凍後的變化絕對不是一句「熱脹冷縮」就能輕描淡寫的，而人類的科學發展往往就從對科學現象中的邏輯思辨和鉅細靡遺的觀察與紀錄中逐漸發展起來，就如同正在發展的雙語教育一樣，期待在不久的將來持續成長、茁壯。



圖7 巧克力受熱融化



圖8 冰淇淋受熱融化

	
<p>圖9 奶油受熱融化</p>	<p>圖10 顆粒狀棉花糖受熱膨脹</p>
	
<p>圖11 養樂多遇冷結凍</p>	<p>圖12 蠟燭燃燒</p>
	
<p>圖13 學生用四格漫畫記錄起酥片受熱受冷變化</p>	

■ 參考文獻

- 周金城(2021)。英語融入自然科學之雙語教學。載於陳錦芬(主編)，**雙語教學理論與實務**(頁247-265)。臺北市：國立臺北教育大學師資培育暨就業輔導處。
- 林律君(2018)。CLIL在繪本教學的運用。載於鄒文莉、高實玫(主編)，**CLIL 教學資源書：探索學科內容與語言整合教學**(頁87-104)。臺北市：書林。
- 祝勤捷、陳美卿(2021)。越“自然”愈好 - 國立臺北教育大學附設實驗小學。載於陳錦芬(主編)，**英語沉浸式跨領域雙語教學課程架構與教學活動設計**(頁25-50)。臺北市：國立臺北教育大學。
- 陳佩英、愛思客團隊(2018)。跨領域素養導向課程設計 - 初階工作坊實踐手冊，30。取自 <https://ppt.cc/fKZNGx>
- 陳秋蘭、胡潔芳、戴雅茗(2018)。CLIL在自然科學領域的運用。載於鄒文莉、高實玫(主編)，**CLIL 教學資源書：探索學科內容與語言整合教學**(頁119-136)。臺北市：書林。

黃國禎(2008)。概念構圖與評量教學簡報。 <http://140.118.48.162/gjhwang/course%20materials.html>

盧姍姍 (2022)。化學教學模式與教學策略。載於畢華林(主編)·化學教學論(頁74-99)。北京:北京師範大學出版社。

Bybee, R. W. (2009). *The BSCS 5E instructional model and 21st century skills*. The National Academies Board on Science Education.

Zoehfeld, Kathleen Weidner (2015). *What Is the World Made Of? All About Solids, Liquids, and Gases*. HarperCollins Publishers.

■ 附錄一

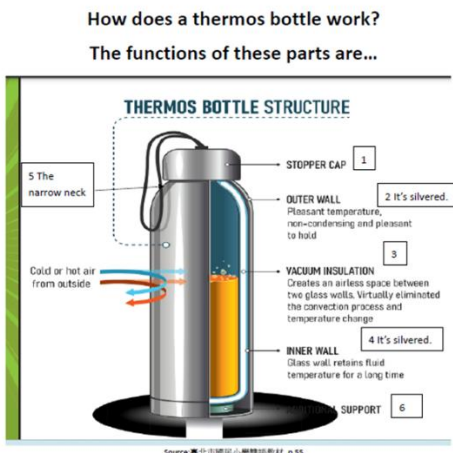
「熱」傳播與生活應用單元教案(參考祝勤捷、陳美卿(2021)教案改寫)

授課 教師	陳英智	核 心 素 養	自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。 自-E-B1 能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的自然科學資訊或數據，並利用較簡單形式的口語、文字、影像、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。
年級	6年級		
學習 表現	ti-II-1 能在指導下觀察日常生活現象的規律性，並運用想像力與好奇心，了解及描述自然環境的現象。 po-III-2 能初步辨別適合科學探究的問題，並能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，提出適宜探究之問題。		
學習 內容	INa-III-2 物質各有不同性質，有些性質會隨溫度而改變。 INa-III-8 熱由高溫處往低溫處傳播，傳播的方式有傳導、對流和輻射，生活中可運用不同的方法保溫與散熱。		
教學 領域	自然科學-雙語	學 生 先 備 經 驗 或 教	1.學生曾經學過「熱脹冷縮」的基本觀念。 2.學生曾學過熱的傳播方式。 3.學生曾學過粒子說和物質三態的觀念。
教學 單元	1-2熱的傳播 1-3保溫與散熱		
教材 來源	1. 翰林六年級上學期自然課本 2. 臺北市國民小學雙語教材六上自然 3. 自然科學領域雙語教學資源手冊6年級	材 分 析	
教學 設備	videos,slides,worksheet	學 習 目 標	1.學生能了解熱由高溫處往低溫處傳播，而傳播的方式包括傳導、對流和輻射。 2.能了解保溫和散熱的方法，將其應用在永續生活上，以緩解氣候變遷的衝擊。
Language of learning			

語言 學習 目標	solid, liquid, gas, conduction, convection, radiation, medium, reversible, irreversible, thermos bottle, green building		
媒體 教材	<p style="text-align: center;">Language for learning</p> <p>1. How does _____ work? 2. What happens when _____?</p> <p>1. Different modes of Heat Transfer Conduction, Convection, Radiation https://www.youtube.com/watch?v=FTSBtx5jhaY</p> <p>2. HOTS Questions Heat How Does A Thermos Flask Work? https://www.youtube.com/watch?v=iv5EbIrWgh4</p> <p>3. 發熱衣https://www.youtube.com/watch?v=1ZMe6FeH15c 平針織手法https://www.bluebirdbedding.com.tw/pages/knittingsheet</p> <p>4. 綠建築https://www.youtube.com/watch?v=bqOKe4uUtmA</p>		
	教學活動	時間	評量方式
<p>一、參與(Engagement):</p> <p>Teacher's question: Last time we read the picture book, "What is the world made of?" Science is in our daily lives. Heat transfer is also important in everyday life. Can you identify which objects produce heat?</p> <p>Students' answers: 電熨斗(clothes iron)、烤箱(oven)...</p> <p>大家一起想想我們曾經做過的實驗到底要證明什麼? Let's think about what these experiments prove.</p> <p>1. 用鐵尺黏奶油測量融化的速度。 學生答: 探究固體會藉由傳導方式, 將熱由高溫處傳向低溫處。</p> <p>2. 水箱放在冷熱水杯上觀察紅藍墨水的流動方向。 學生答: 驗證液體會以對流的方式, 將熱由高溫處傳向低溫處。</p> <p>3. 線香在冷熱廣口瓶中的流動現象。 學生答: 驗證氣體會以對流的方式, 將熱由高溫處傳向低溫處。</p> <p>二、探索 (Exploration)與解釋(Explanation):</p> <p>Heat is a form of energy. It flows from warmer to colder parts. There are three types of heat transfer. The first one is conduction. Energy is transferred by direct contact. Another type is convection. Energy is transferred by the mass motion of molecules. The third type is radiation. Energy is transferred by electromagnetic</p>	<p style="text-align: center;">2 分</p> <p style="text-align: center;">5分</p> <p style="text-align: center;">20分</p>	<p style="text-align: center;">□頭問答 Q&A</p> <p style="text-align: center;">□頭問答 Q&A</p> <p style="text-align: center;">□頭問答 Q&A</p>	

■ 附錄二

學習單正反面



1. This part is designed (設計) to prevent conduction: _____
2. This part is designed (設計) to prevent convection: _____
3. This part is designed (設計) to prevent radiation: _____
4. This part is designed (設計) to prevent bottle tipping: _____

Design your own product!