

題目：推展 STEAM 教育—結合常識科中的光學主題，探究「比」的概念

講者：唐永康先生（教育局 小學校本課程發展組）

劉秀芬老師、李俊康老師、林國華老師（聖公會聖約瑟小學）

背景

近年來，STEAM 教育已引起社會各界的廣泛關注，學校也紛紛致力於設計相關的學習活動。行政長官在 2022 年施政報告中強調中小學需要大力推展 STEAM 活動，以促進青年多元發展和培育本地人才。作為 STEAM 教育的核心科目之一，數學科在這一發展中扮演著關鍵角色。

聖公會聖約瑟小學以往較為重視在常識科中推展 STEAM 教育，數學在 STEAM 活動中的角色主要是作為量度或計算工具，扮演著輔助的角色。然而，隨著經驗累積，學校意識到需進一步強化數學的角色，以幫助學生在數學和其他相關學習領域建立穩固的基礎，培養他們綜合和應用知識和技能以解決現實生活問題的能力。

課程文件

《小學教育課程指引》（試行版）（課程發展議會，2022）提出 STEAM 教育、媒體和資訊素養為七大重點其中之一，反映出 STEAM 教育在小學教育發展中扮演著重要的角色。《數學教育學習領域課程指引（小一至中六）》（課程發展議會，2017）亦強調透過 STEAM 教育來強化學生綜合和應用知識與技能的能力。教師應透過多元學習活動，培養學生的正面價值觀和積極態度。同時，課程指引建議在數學課程中加強推廣閱讀，以幫助學生了解數學與現實生活及其他學習領域的聯繫。這不僅能提升學生對數學及 STEAM 相關科目知識的理解，也能促進學生把相關知識和技能應用在生活之中。

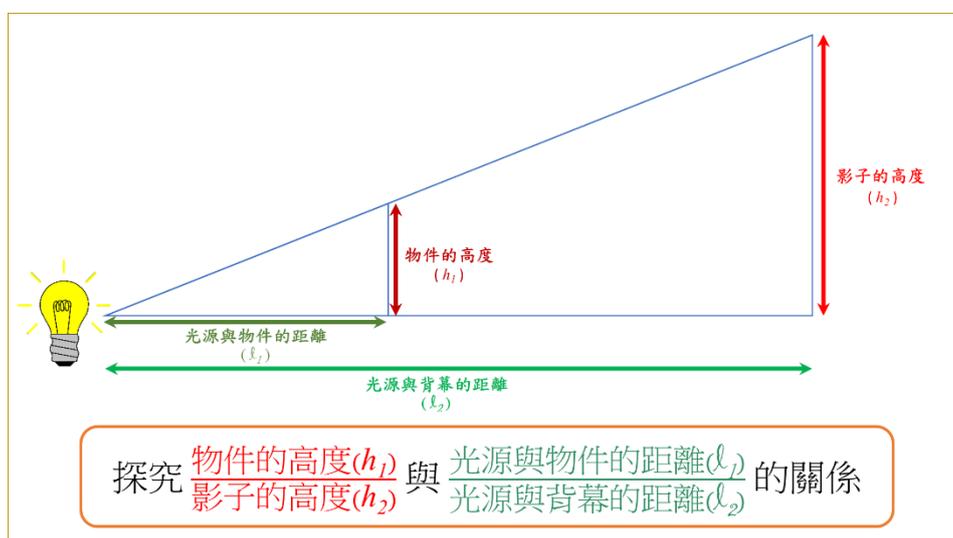
以數學作為中心推展 STEAM/STEM 教育

在 STEAM/STEM 教育中，數學科不僅是一門為學生提供計算或量度工具的入門科目，更重要的是作為連繫科學、工程、科技和藝術範疇的一種語言。學者（羅浩源，2018）提出，數學本身既是窺視 STEAM/STEM 的鑰匙孔，亦是打開 STEAM/STEM 之門的鑰匙。他認為教師可以數學作為起點去推動 STEAM/STEM 教育，並從問題出發，設計多元的課堂活動，幫助學生連繫其他科目的知識。這種以課題為基礎加入 STEAM/STEM 學習活動的安排，正是數學科課程指引提出的其中一種推行模式。羅浩源進一步表示教師宜在課堂上為學生創造更多的討論空間，並鼓勵他們多從生活經驗中找出解決相關問題的方法。

設計理念

在聖公會聖約瑟小學的案例中，教師首先在數學課程中找到一個學習重點作為切入點，以此建立數學概念的基礎。在學習五年級分數除法單元時，學生常常會對「分數可理解為兩個整數相除的商或兩個整數的比」這一概念感到困難。他們常把「A 是 B 的 2 倍」和「B 是 A 的二分之一」兩者混淆。為了幫助學生更好地理解「比」這一抽象概念，教師嘗試找出一些生活中的例子，並設計適當的探究活動來輔助課堂學習。

教師了解到常識課程的學習範疇中，學生需要探究光的特性和相關現象的學習重點。因此，教師與常識科同工進行協作，由常識科教師先與學生進行探究光的特性和影子形成的現象。數學科則與學生在課堂中進行相關的實驗，讓學生探究影子高度與光源和物體的距離，以及光源和投影幕距離的關係。在實驗過程中，學生需要透過計算物件高度與影子高度的比，以及光源和物體的距離與光源和投影幕距離的比，並作出比較，從而發現兩個比的數值相同，以發現影子的高度會受到光源與物件和背幕的距離所影響（見圖一）。



圖一：影子高度與光源距離的關係

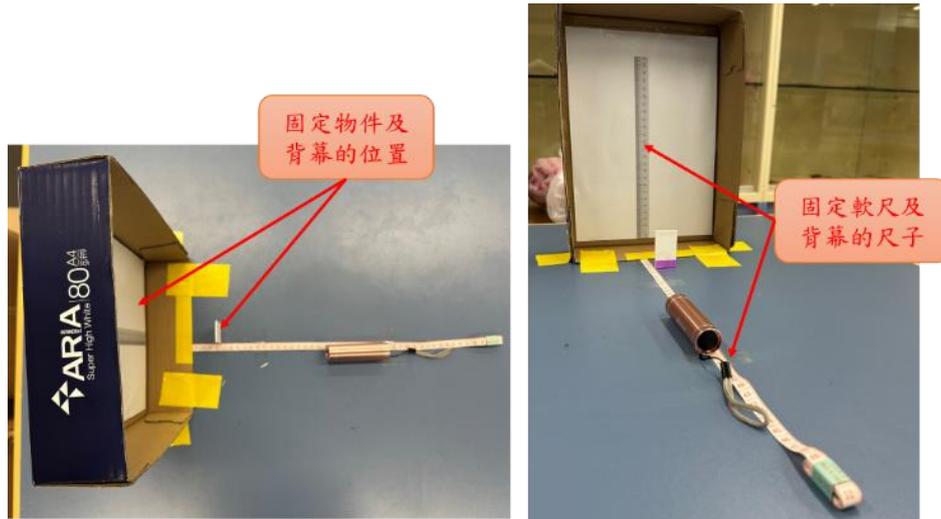
在工程方面，教師設計了一個估量活動，讓學生運用數學和科學的知識及技能來解決現實生活中的問題。在這個活動中，學生需要思考如何測量操場中央旗桿的高度。他們可以應用課堂所學的知識，設計解決問題的方法。與此同時，教師讓學生閱讀一本關於數學家泰利斯的課外讀物《數學家的傳奇歷險記 1—泰利斯》，以加深他們對光與影的關係的理解。通過了解這位數學家解決量度金字塔高度問題的故事，學生對光與影的關係有了更深入的認識，並進一步掌握如何運用數學知識來解決測量旗桿高度的問題。這不僅提高了學生解決實際問題的能力，也增強了他們對學習數學的興趣。

透過上述設計，教師致力於建立一個以學生為中心，建基於數學課題的 STEAM 學習活動。這種設計將幫助學生更深入理解數學概念，同時培養他們的創造力、解決問題的能力和對學習數學的興趣。跨學科整合和數學閱讀也豐富了學生的學習經驗，使他們能夠將數學知識與其他學科和生活經驗相結合，提升他們的綜合能力和應用知識和技能的能力。

實驗設置及安排

在實驗活動設計方面，教師為了讓學生可以更容易獲得準確的實驗數據，以便有效地計算兩個「比」之間的關係，教師在實驗設計上進行了更細緻的安排（見圖二）。首先，為了簡化實驗的量度過程，教師把物件的高度，以及物件和背幕之間的距離都固定了，讓學生能更容易去量度出影子的高度。在這樣的安排下，學生只需調節光源與物體的距離以及光源與背幕的距離。另外，為了減少學生在測量數據時出現誤差，教師會把尺子固定在桌面和背幕上，以免學生在量度時移動了實驗設置，因而影響實驗結果的準確性。另外，在實驗進行期間，教師也會

提醒學生必須確保光源、物體和背幕排成一直線，以及物體和背幕都要垂直於桌面，目的是把誤差降至最低。



圖二：優化實驗設計以提高數據準確性

在整個實驗中，學生需要完成三次測試。進行第一次測試時，學生會在教師的指導下一步一步完成，旨在讓學生熟悉實驗設置，了解測量及記錄數據的方法。第二次測試，學生按照教師指定的光源與物體的距離來自行進行實驗，目的是讓學生進一步熟練實驗操作。第三次測試，教師開放了測試要求，讓學生自行調節光源與物體之間的距離，藉此讓不同組別的學生獲得不同的數據，以幫助學生進一步驗證他們的估計是否正確。

學生表現

在第一次測試中，大多數學生能夠按照教師的指示完成實驗，學生大致可以得到準確的數據（見圖三）。計算後，學生能發現物件高度與影子高度的比，以及光源與物件距離和光源與背幕距離的比是相等的，並作出了兩個比的數值是相同的估計（見圖四）。在第二次測試前，教師著學生先預測結果後才進行實驗。過程中，教師發現學生能更加熟練地操作及測量數據（見圖五）。大部分學生的測試結果都與他們的預測一致，證明了他們的估計是正確的。

物件高度	光源與物件的距離	影子高度	光源與背幕的距離
4cm	5cm	12cm	15cm

物件高度 和 影子高度

物件高度 和 影子高度 的比是多少？ 答： 4 比 12

即是幾分之幾？ 答： $\frac{4}{12} = \frac{1}{3}$

光源與物件的距離 和 光源與背幕的距離

光源與物件的距離 和 光源與背幕的距離的比是多少？ 答： 5 比 15

即是幾分之幾？ 答： $\frac{5}{15} = \frac{1}{3}$

圖三：第一次測試的學生課業

根據你的計算結果，你有甚麼發現呢？

物件高度和光源與物件的距離約簡後的數值都一樣。
 影子高度和光源與背幕的距離

圖四：第一次測試後學生的發現

物件高度	光源與物件的距離	影子高度	光源與背幕的距離
4cm	10cm	8cm	20cm

你能運用測試一小結的公式，預先計算出影子的高度嗎？

測試	a.	b.
二	物件高度 ⁴ 比影子高度是： $\frac{4}{8} = \frac{1}{2}$	光源與物件的距離 ¹⁰ 比光源與背幕的距離 ²⁰ 是： $\frac{10}{20} = \frac{1}{2}$

圖五：第二次測試的學生課業

在第三次測試中，不同組別的學生得出不同的測試數據，這些數據均進一步確立他們先前估計兩個「比」的值相等是正確的（見圖六）。有部分組別的學生仍未了解實驗設置中物體與背幕距離是固定的，故此，當他們改變光源與物體的距離時，未能找出正確的光源與背幕的距離，需要教師作出個別的跟進。此外，有些學生在實驗中取得了含小數的數據，因而無法立即計算出答案。課程中並未教授分母為小數的分數計算，不過實驗所得的數據為師生提供了在課堂上討論含小數分數計算方法的良機，也讓學生思考如何綜合應用不同課題的數學知識以解決問題。

物件高度	光源與物件的距離	影子高度	光源與背幕的距離
4cm	20cm	6cm	30cm

測試	a.	b.
三	物件高度比影子高度是： $\frac{4}{6} = \frac{2}{3}$	光源與物件的距離比光源與背幕的距離是： $\frac{20}{30} = \frac{2}{3}$

圖六：第三次測試的學生課業

估量活動

在估量活動中，教師發現學生能夠把課堂上學到的知識應用出來。總體而言，學生能利用旗桿及木樽影子的長度和木樽的高度，正確地估算出旗桿的高度。儘管部分學生在量度的過程中出現了一些誤差和不準確的情況，但他們都能使用正確的解決方法，可見學生能夠將課堂上學習的知識應用於實際情境中。從觀察所得，這個活動不僅讓學生獲得了新的知識，讓他們通過應用數學知識解決日常問題，也提升了他們的學習成效。

反思及總結

教師認為這個 STEAM 實驗活動成效顯著。學生不僅加深了對「比」這一概念的理解，也提升了數學應用和解決問題能力。整個活動設計新穎有趣，學生在過程中十分投入。通過動手實踐活動，學生體會到課堂學習帶來的樂趣，能夠更深入理解數學和科學概念。教師表示規劃及推展這些 STEAM 活動不僅提升了自身的專業能力，也增強了他們設計綜合科學、科技、工程、藝術和數學等學習領域活動的信心。從觀察學生的表現，教師發現只要能安排適當的學習活動，學生對相關課題的認識就會更深入，學習成效也會相應提升。

為了豐富學生的學習經歷，教師進一步計劃與其他學科進行跨學科整合。教師擬與中文科和視藝科合作，在中文課堂上引入皮影戲這項中國非物質文化遺產，配合閱讀策略教學，讓學生更深入了解中華文化的歷史傳承。同時，視藝課也可以介紹皮影戲的紙偶藝術，讓學生設計和製作不同造型的紙偶，學習相關的藝術技巧，也欣賞中國獨有的藝術表達方式。通過跨學科的教學模式，學生可以全面地了解中國文化，並提升藝術鑑賞的能力。

總括來說，STEAM 教育是當今教育發展的重要趨勢，而數學科是其中一個關鍵科目，扮演著重要的角色。在推動 STEAM 教育時，教師可以建基於一個數學課題，讓學生綜合 STEAM 相關的學習元素，透過應用知識和技能來解決生活問題，從而促進學生的全面發展。

參考資料

1. 課程發展議會（2017）。《數學教育學習領域課程指引（小一至中六）》。香港：香港印務局。
2. 課程發展議會（2022）。《小學教育課程指引》（試行版）。香港：香港特別行政區政府教育局。
3. 羅浩源（2018）。STEM 教育：以數學作起點來推動 STEM 教育的挑戰。《學校數學通訊》（頁 6-11）（第二十一期）。香港：教育局課程發展處。