

「團隊創造力互動歷程模式」之建構— 科學領域教學團隊的創意互動*

劉家瑜

國立臺灣師範大學
教育心理與輔導學系
學習科學跨國頂尖研究中心

林偉文

國立台北教育大學
教育系暨教育創新與評
鑑碩士班

吳昭容

國立臺灣師範大學
教育心理與輔導學系
學習科學跨國頂尖研究中心

科學教師要能創新教學以提升學生學習興趣與效能，除了其個人特質與領域知能，教學領域中的社會組織—即教學團隊，亦扮演著支持或抑制創意表現的關鍵角色。本研究檢視一科學領域教學團隊的討論歷程，釐清成員們如何透過對話以擴展想法、促進理解，並探究團隊創造力之發生軌跡。本研究於七次參與觀察及四次半結構式訪談後，建構團隊創造力互動歷程模式。團隊對話文本採紮根理論為基礎的分析方式，依序找出團隊討論歷程的 28 個第一階意義分類及九個第二階意義分類；接著，以曼—惠特尼 U 考驗確認團隊創造力歷程之基本及特殊對話元素；其後，以訪談資料補足與修正模式。最後，依據研究結果建構團隊創造力互動歷程模式，成員會以基本對話元素穩定團隊運作，並以「目標性的脈絡」、「擴展」、「理解」、「暫停」、「訊息精緻化」等五個非線性固定的循環階段，促進團隊創造力的發生。最後亦討論此模式應可為有意參與或籌組社群的科學教師及團隊帶來實質助益。

關鍵詞：科學教學創新、教學團隊、團隊創造力

* 1. 本文通訊作者：劉家瑜，通訊方式：leave1756@gmail.com。
2. 本文為劉家瑜博士論文之部份研究結果。感謝教育部高等教育深耕計畫下特色領域研究中心計畫之臺灣師範大學「學習科學跨國頂尖研究中心」的補助，以及所有編審委員及編輯團隊的辛勞，謹致謝忱。

教學創新能創造出新奇又適切的學習環境，達成發展學生深度思考的目標。因此，在 STEM 跨域整合的學習及 12 年國民基本教育課程綱要中，皆可看到教學創新扮演的關鍵角色(如: Hsu, Lin, & Yang, 2016)。教師藉由教學創新，可提升學生對學習的興趣，同時增進其學習效能與高層次思考能力(張雨霖, 2016)，此對於常採用複雜抽象概念或原理以解釋現象的科學領域而言，更特別有其重要性(Beaton et al., 1996)。然而，要促進教學創新的能力，除了教師個人以外，教學團隊內的刺激及支持亦相當重要，徐志文、張雨霖(2015)的研究便以階層線性模式(Hierarchical Linear Model, HLM)驗證教學團隊對教師創新教學行為的正向影響。因此，本研究探討在科學領域教學團隊的討論歷程中，成員如何透過語言互動，擴展多元化想法、提升彼此理解、並提供相對應的回饋，進而激盪出創意教學想法。

關於科學教學創新的內涵，即教師能提供具刺激性及開放性的學習環境與策略，以激發學生對科學的好奇心，進而引導其藉由觀察、探索、實驗操作與思考的歷程，習得科學知識與實作能力(Association for Science Education, 1999; Johnston, 2007; Kind & Kind, 2007)。從 Csikszentmihalyi (1988, 1996) 的創造力系統理論(system approach of creativity)來看創意的發生，創造力不只涉及個體複雜的心智歷程，更與社會脈絡及周遭文化息息相關，其由三要素構成，包括「個體」、「學門」及「領域」。將該理論轉化於科學教育領域，同樣可對應於三要素：「個體」—科學教師具興趣及動機以發展創新，並內化團隊的標準與共識；「學門」—科學教學團隊能激發個體之教學創新，並可評估或選擇該教學想法是否有創意；「領域」—共享知識系統中涵括的科學教學知識與文化經驗具備可取得性。其中，「學門」，亦即科學教學團隊，同時扮演著刺激與選擇教學創新的守門人角色，其重要性可能更勝於其他要素。

有鑑於團隊扮演的重要角色，Dunbar (1997) 的研究便特別聚焦於團隊中的社會認知歷程。他以四個分子生物實驗室團隊為單位，藉由分析成員於會議中的討論歷程，了解科學家思考及推理背後的認知機制。該研究以標準原案分析(standard protocol analysis)檢視逐字稿文本，發現這些傑出的團隊內，存在著分散性推論(distributed reasoning)，亦即整個團隊會快速聚焦於論證，而其中成員會產生不同的表徵，這些表徵又會促使其他成員提出不同的歸納、演繹及因果解釋。藉此，團隊比個別科學家更能提出新的假設及模式，Dunbar 並進一步認為，團隊可能比個人更具有創造力。該研究關注於真實世界脈絡下科學團隊的思考及推理策略，但未探討團隊討論歷程中更基礎且核心的概念—即成員的對話，也未檢驗這些歷程與創意表現的關係。然而，在團隊討論歷程中，成員主要以對話形式互動，這些不同屬性的對話元素，亦即成員使用的語言，常與創新的發生密切相關。若能瞭解團隊對話中使用的核心語言及機轉，則團隊成員或領導者將更能讓團隊順利運作，並讓創新變得有跡可循。

以往雖未有研究提出團隊討論歷程中可能涉及之對話元素，許多學者皆針對團隊創造力發展歷程提出看法(Leonard & Swap, 1999; Reiter-Palmon, Wigert, & Vreede, 2012; Sawyer, 2007)。舉例而言，Reiter-Palmon 等人(2012)便回顧過去在企業組織下團隊創造力及創新的研究，並特別關注於團隊的社會歷程及認知，他們從創意問題解決的認知模式來看團隊層級的創造力，將討論歷程分為四階段，涵括：1. 問題辨識與建構：即辨識問題、目標，以及問題解決所需的重要參數(Mumford, Reiter-Palmon, & Redmond, 1994; Reiter-Palmon & Robinson, 2009)，此與團隊共享心智模式(shared mental models)密切相關。2. 收集資訊：關注於個體如何收集與提出團隊所需的內外部資訊，以利創意問題解決(Reiter-Palmon, Herman, & Yammarino, 2008)，此與資訊共享(information sharing)概念相近。3. 想法評估與選擇：一旦團隊產生多樣可能的想法，則便需要加以評估，並選取出需進一步發展與應用的點子。4. 計畫實施：此為創意問題解決的最後一個階段，通常包含社會與認知歷程，需要團隊成員耗費時間與努力共同執行(West, Hirst, Richter, & Shipton, 2004)。Reiter-Palmon 等人並猜測，雖個人層級的創造思考歷程是非線性的，但團隊層級的創造思考歷程常難以辨識整體團隊應回到先前哪個發展階段，故可能呈現直線性的發展模式。

同樣針對團體創意歷程中的各個步驟，Leonard 與 Swap (1999) 整合心理學及組織管理學觀點，訪談小型企業家、創意團隊的中階主管及公司的最高執行長等人，深入探討知識及創意如何透過「集體」過程而產生。他們提出一系列團隊創造力的步驟，並認為每個步驟對最終的創意產出都有關鍵性的影響，其包含：1. 準備：要激發創造力，團隊成員須具備相關知識與足夠的經驗，但同時也需能提出新觀點及好問題的新成員。2. 創新的機會：團隊成員面對需創意才能解決的問

題（如：一個客戶的要求、一件特別的作業或一項需要立刻回應的危機事件），並從中確立團隊的目標或範圍。一般而言，越困難的挑戰越可能是產生創意貢獻的重要機會。3. 開展性思考－創造選擇：要發展創意想法，必須擁有廣泛的選擇－此將取決於成員思考風格、專業知能、個人經驗、教育與文化的多樣性。當可選擇的項目愈多時，最終結果具創意的可能性就愈大。4. 孵化：成員需要時間及空間以反思初步的解決方法，或考慮各種未即時出現的選擇。5. 整合性思考－選擇：團隊由多種選擇發展至單一創新，找出最適切的方法；此階段特別關鍵，若不能有效掌握，最具創意的點子便會消逝。此外，Leonard 與 Swap 亦認為，雖團隊創造力的發展有大略的步驟，但並非直線式的，在任何一个步驟內，都可能發生部分或全部步驟所形成的小循環。

為釐清團隊創造力的不同發展階段，Sawyer（2007）的研究則深入田野，觀察團隊協作的創意過程。他採用互動分析（interaction analysis）的研究工具，記錄芝加哥當地演員於舞台上每分鐘的即興式對話，並分析那些靈感如何從團體中湧現。該研究指出，協作靈感的火花需經過五個重要階段，才能得到有意義的成果，包含：1. 預備階段：在此階段，團隊成員需與其他夥伴溝通、討論與釐清問題。2. 暫停階段：團隊成員暫時移轉注意力，進行其他活動或與其他人對話。3. 火花階段：透過在前述預備及暫停階段中，團隊成員間密切的知識及社會互動，此時將以成員既有的靈感火花為基礎，產生解決方案。4. 選擇階段：團隊成員根據預期效果，透過與他人協作的方式，以選擇最佳想法。5. 淬鍊階段：為讓想法更可行，需要許多附加的想法。此階段聚焦於透過團隊成員的社會互動及協作，持續修正與組織最終產品。Sawyer 並將此發現延伸至各類商場企業（如：矽谷的 IDEO 與蘋果公司），他後續的研究也同樣複製此發現（Sawyer, 2012; Sawyer & DeZutter, 2009）。然而，他並未針對團隊創造力的發生軌跡，提出定論。

由以上討論可知，各學者提出的團隊創造力發展歷程涉及不同屬性的對話元素，成員透過語言交流，拋出充足的知識、經驗與觀點，所以常能較單獨個體完成更多創意工作（Lohman & Finkelstein, 2000）。過去探討團隊創造力的研究多以企業組織團隊為對象（Harvey & Kou, 2013; Leonard & Swap, 1999; Reiter-Palmon et al., 2012; Sawyer, 2007; Tsai, Chi, Grandey, & Fung, 2012），此種類型團隊的階層關係通常較為明顯，目標多為解決現實問題或處理特定事件，並由整個團隊共同執行任務。相較之下，教學團隊具較扁平的內部結構、少有正式且強力的領導者，且討論後將由個別成員於課室執行之，具備截然不同的團隊性質。然而，過去以教學團隊為對象的研究皆聚焦於團隊成員特質、團隊背景與組織情境等脈絡因素（林裕豐等人，2016; Imants, 2002; Scribner, Sawyer, Watson, & Myers, 2007），未有直接探討教學團隊的創意歷程，亦即團隊成員如何對話以產生教學創新。因此，本研究聚焦於教學團隊，探討成員在團隊創造力歷程如何使用對話元素，共同激盪出創意教學想法。預期可釐清不同團隊屬性－教學團隊與企業組織團隊，在團隊創造力歷程上的異同，為團隊創造力理論提供不同切入觀點；同時，跳脫過往僅聚焦於背景因素之教學團隊研究，探討教師們對話與互動的創意歷程，對實務現場教學團隊提供更深入的建議。

承上所述，本研究採高生態效度之「在活體內」取向（in vivo）（Dunbar, 1997），探究科學教學團隊中的對話元素－即成員互動間使用的語言，進行 Lee、Mitchell 與 Sablinski（1999）以紮根理論（grounded theory）為基礎的文本分析。藉此，本研究將確認發生於科學教學團隊討論歷程之對話元素為何，同時檢驗這些對話元素與創新表現的關係，並從中建立互動層面之團隊創造力模式，為社群經營實務提出具體的建言。

方法

本研究使用「混合設計」（mixed designs）（Creswell & Plano Clark, 2007; Teddlie & Tashakkori, 2009）。首先，基於本研究目的，比較四個科學教學團隊，並選取個案。第二，則進行參與觀察，收集團隊討論歷程的資料，並騰打為逐字稿。第三，則轉譯逐字稿中的教學想法，並採專家共識評量，邀請科學教學或創意教學之專家以主觀認定與相對標準的方式，衡量其創新性與適切性程度，以釐清團隊教學創新與對話元素的關係。第四，則選取團隊成員進行半結構式訪談，以檢核

研究發現。第五，則為整合與比較質性和量化的資料，並藉由辯證思考的歷程，形成最後的結論與建議。以下則分項描述之。

一、個案選擇

本研究訂定標準選取適切的個案團隊，以探究科學教學團隊發展教學團隊創造力及其討論互動的歷程。個案選取參考兩個標準，其一為在此團隊中，成員需能透過對話與互動，合作性的交換思考與想法，最後產生創意想法，即應為具團隊創造力發展歷程之教學團隊；其二，該團隊所有成員均需同意研究者進入現場參與觀察，並以拍照、錄音或錄影等方式收集資料。因此，本研究採取提名法，向長期參與及經營科學教學團隊的專家尋求建議，最後得到七個科學教學團隊名單。接著，便與各團隊領導者聯繫，最後獲得四個科學教學團隊之同意，故進入現場進行參與觀察。最後選取之個案符合此二選取標準。該團隊為跨校共備的形式，成員主修於物理、化學或科學教育領域，每次聚會約有 10 位教師，男女比例各半。主要領導者主修為化學，具 15 年科學教學經驗，而在分組討論的時段，亦有其他成員扮演次要領導者的角色，故為共享式領導的團隊。每次聚會討論流程，約可分為六個階段：1. 前置作業：由負責該單元的人找出課綱相對應的內容，以製作心智圖；2. 課程檢討：前次課程執行後的檢討；3. 確立架構：共讀課綱內容，討論本次課程架構；4. 分組討論：4-5 人一組撰寫教案或學習單；5. 共同討論：各組分享討論內容並聚焦課程；6. 課堂實踐：成員依自己課堂需求修改教案並執行之。

此外，本研究亦邀請四位成員進行半結構式訪談，以檢核參與觀察所得之資料。這四位成員出席團隊討論次數與頻率較高、對團隊運作歷程有所了解，且具十年以上的科學教學實務經驗。訪談問題包括：「您認為本團隊如何進行討論、互動或對話？」與「關於本研究整理之團隊討論歷程對話元素，您認為哪些是特別重要的概念？」，研究者不限制受訪者談話內容與方向，並視情況依受訪者回應循線深入探問，或彈性調整提問的遣詞用字，以收集更多與研究主題相關的脈絡訊息。

二、研究者角色及諍友

在參與觀察研究的歷程，第一作者扮演的角色為觀察者的參與 (observer as participants) (Gold, 1969)，會向成員充分說明研究計畫及目的，並有限度地參與現場活動。第一作者曾有一年現場教學經驗，並於碩博士求學階段修過質性及量化研究法與資料分析等課程，亦曾實際參與量化與質性研究之計畫，熟悉不同研究取向所需之技術。此外，第二及三位作者則與第一作者共同分享、討論及辯證研究內容及細節，以避免當局者迷謬誤。關於批判性諍友，本研究邀請一位國民教育輔導團自然學習領域的教師協助分析對話元素，並針對編碼架構提供回饋；進行方式為讓其在可自由添加編碼系統的前提下，進行編碼工作，最後比較編碼結果，以計算編碼者一致性。同時，亦採專家共識評量，邀請五位專家依據自身專業，以主觀認定與相對標準的方式，審閱逐字稿中教學想法的創新性與適切性程度；專家背景涵括國立大學教育系、科學教育系、教育心理與輔導學系的教授，亦有教學現場的自然教師。

三、研究程序

在確立個案團隊後，研究者便開始參與該團隊約每月一至兩次的討論，每次討論時間約為四至五小時。考量第一作者甫參與團隊時，尚需時間與成員相互認識並取得同意，難免影響團隊討論的狀態，故前兩次共 10 小時的團隊討論資料，並不納入分析。正式收集資料的時間共為期八個月，並分成兩個階段，第一個階段為 105 學年度上學期 10 月後之共兩次團隊共備討論歷程資料，

第二階段則為 105 學年度下學期之五次共備討論歷程資料。主要的資料蒐集方式以錄音檔為主，最後逐字稿共有 420 頁。接著，則切出逐字稿的意義單位，由第一作者依 Lee 等人（1999）的文本分析方式，抽取逐字稿中的對話元素，並歸納其分類；一位批判性諍友則協助分析，並計算獨立編碼的一致性。其後，轉譯逐字稿中的教學想法，並邀請五位科學教學或創意教學之專家，以主觀認定與相對標準的方式，採七點量尺評判其創新性與適切性。最後，邀請四位團隊成員進行半結構式訪談，除藉以檢核與佐證參與觀察所得之資料。每位團隊成員之訪談時間約為 40 分鐘，經受訪者同意後錄音，每份逐字稿約為 10 頁。

四、資料分析

（一）團隊對話

關於團隊對話，第一作者採用 Lee 等人（1999）立基於紮根理論的文本分析方式。該分析可分為三個步驟，首先，「切割」即從文本中找出與團隊討論歷程有關的意義單元，視為單一的「語意概念」。舉例而言，某位成員在自製 LED 光源以設計三原色實驗裝置的討論中表示：「好，所以它是一個演示，或是學生操作觀察用的東西對不對？好，那這樣子，第一個我想針孔成像要讓學生看到是同意的？」，在此段落中，可切出數個語意概念，包括「好，所以它是一個演示，或是學生操作觀察用的東西對不對？」以及「好，那這樣子，第一個我想針孔成像要讓學生看到是同意的？」

其次，「分類」則為根據單一語意概念之核心概念，建立「意義分類」。承上例，該位成員提及的意義單元：「好，所以它是一個演示，或是學生操作觀察用的東西對不對？」，可建立的意義分類為「歸納成員的論述」。

最後，「抽象化」則為歸納所有意義分類下的核心概念，並加以命名，以為「第一階因素」；此外，若在數個第一因素中，可萃取出更高一個層次的意義，並加以命名，則可做為「第二階因素」。承上例，在建立「歸納成員的論述」之意義分類後，另一位成員在討論平面鏡成像特性時，提出：「所以你的意思是，如果以人而言，我們原本是這樣，是我們自己站這樣子，所以讓我們感覺上左右相反…」，則同樣建立「歸納成員的論述」之意義分類。這兩個意義分類之核心概念皆為整合性地歸納相關論述，以利後續討論順利進行，故將其命名為「聚斂」，是為第一階因素。其後，更歸納「聚斂」與其他第一階因素，最後萃取出更高一層的意義，並命名為「任務相關行為」，做為第二階因素。

依以上步驟，本研究歸納出 28 個第一階因素，同時參考過去團隊討論歷程相關文獻（Leonard & Swap, 1999; Reiter-Palmon et al., 2012; Sawyer, 2007），最後抽取出九個第二階因素，作為可描述團隊討論歷程之對話元素，包括：1. 定義與再定義問題；2. 發現問題/提出挑戰；3. 重構；4. 發展多元教學想法；5. 串連；6. 釐清與解釋；7. 任務相關行為；8. 互動相關行為；9. 閒聊。其中，因「定義與再定義問題」、「發現問題／提出挑戰」及「串連」等元素未能萃取出更高一個層次意義，故其第二階因素與第一階因素相同。分析結果如表 1。

此外，為確認第一作者資料分析之客觀性，亦與一位批判性諍友共同討論兩階因素之內容，並請其針對分屬不同教學單元之七個片段，獨立進行編碼，以計算兩位編碼者之一致性程度。最後 Kappa 係數為 .89，一致性百分比為 .91，具高編碼一致性。附錄一摘錄其中一代表性教學想法於團隊互動歷程之對話元素分析，其中表 a 呈現成員的對話內容與逐字稿編號，表 b 則為在該編號下，對話內容所涉及之對話元素分析。

在資料編碼上，團隊對話編碼中的第一碼是 G，第二碼是團隊討論之場次（1 代表第一次共備討論，7 代表第七次共備討論），第三碼是發話者代碼（a 代表第一位成員，p 代表第 16 位成員）。所有的逐字稿都經多次分析，以重複確認其最適合的類目，並回應：「該團隊成員論述之概念，最應被歸類至何對話元素之下？」的問題。若有語意不甚明確的文句，則考量前後段脈絡後，以括弧補充說明之；其他非語言訊息亦以括弧加以標示與說明，以確保還原現象。

(二) 教學想法的創新性與適切性

本研究採取觀察者的參與法，收集一個科學教學團隊討論歷程的資料，並評定其中涵括之教學想法，以釐清對話元素與教學想法創新性和適切性的關係。首先，本研究反覆檢索與搜尋七份文本內容，逐一辨識出討論歷程中涵括之教學想法，並切出與前後段文字有明顯區隔的段落為該想法之討論歷程。如：在一次團隊討論中，某位成員提及：「昨天就打針了，流感疫苗，所以就虛弱沒有做這個...然後全班就坐在那邊那樣...（講了一下打流感疫苗的狀況）」，接在此之後，其中一位成員邀請他人發言：「好，你弄完了嘛（對 G1d1 老師），那你的方式跟他們也不一樣嗎？」，整個團隊才開始討論「波與聲音」單元的教學內容；因此，本研究便以此次發言為「813A-1『波長與波速』實驗」教學想法之討論開端，而直至下一個主題開啟前的討論，便為此教學想法之討論歷程。

其後，考量此團隊討論歷程內容繁雜且篇幅龐大，故本研究逐一轉譯其中涵括之教學想法（如附錄二），以專家共識評量評判其創新性與適切性。第一階段，即 105 學年度上學期 10 月後的團隊討論共計兩次，全數共有 14 個轉譯的教學想法；第二階段，即 105 學年度下學期的團隊討論共計五次，全數共有 25 個轉譯的教學想法。本研究共邀請五位科學教育或創意教學的專家，指導語為：「本研究共有兩個評分項目，皆以七點量尺評分，請您依據自身專業，對於這些科學教學想法之創意性與適切性程度給分」。第一階段的教學想法共邀請三位專家獨立評分，肯德爾和諧係數（Kendall coefficient of concordance）為 .86 及 .59；第二階段同樣由三位專家獨立評分，而其中一位同為第一階段的評分者，肯德爾和諧係數為 .55 及 .53。由結果可知，除第一階段創新性外，其他皆屬中度一致性，故本研究後續分析皆將低評分者一致性的教學想法刪除，以確保分析結果之可靠性。

(三) 訪談

由於訪談主要為邀請受訪者協助檢核本研究之初步結果，故本研究以受訪者陳述內容的語幹（theme）為分析單位（Holsti, 1969），於文本中檢索與搜尋，以逐一提煉出所有受訪者論述中的核心概念，以利研究者針對文件內容做出有效推論。另外在資料編碼上，團隊成員訪談文本中的第一碼是 I，第二碼是研究參與者代碼（A 代表第一位參與者，C 代表第 3 位參與者）。此外，研究者亦以括弧補充說明語意不甚明確的文句及其他非語言訊息，以確實還原現象。

五、研究信賴度的確認

本研究採 Lincoln 與 Guba（1985）提出之可信賴性（trustworthiness）四大準則，包括：（一）可信性（credibility）：研究者進入此團隊長達八個月的時間，藉長時間與成員相處及信任感的建立，有效減緩觀察者效應，增加參與觀察所得資料之真實性及正確性。資料檢視上，邀請四位團隊成員針對團隊討論歷程對話元素與初步模式進行檢核與確證，以了解資料是否有效反應其真實經驗感受。同時，亦盡可能收集觀察、訪談或相關文件等多樣化資料，確保資料來源的多元性，以提高研究資料及分析的可信度；（二）可依賴性（dependability）：本研究善用重疊法，藉由半結構式訪談補強研究者參與觀察之不足，並確保本研究之可依賴性。同時，亦以高評分者間一致性確保本研究之可信賴性；（三）可確認性（confirmability）：為確保研究發現的客觀性與中立性，研究者盡量屏除主觀想法，不斷反思自我經驗與價值觀，以讓資料說話。此外，亦邀請批判性誼友共同檢核，以避免本研究之分析方式與歸類過於主觀。同時，本研究在描述成員於團隊討論或訪談時之談話內容時，皆以引號加以區別、列出出處，盡量以逐字呈現，並審慎歸納與詮釋，以免超出團隊成員之意見之外；（四）可遷移性（transferability）：本研究採三角交叉多元資料的方式，強化研究結果在其他脈絡中的適用性。同時，亦鉅細靡遺地解說所有研究步驟，以利於其他研究者能查核或應用此結果於自己的情境脈絡中。

表 1 團隊討論歷程對話元素之分析結果

第二階段因素		第一階段因素	意義分類	意義單元
(一) 定義與再定義問題	1. 定義與再定義問題	在團隊討論的歷程中，不斷定義問題與目標		· 就要把它列出來，知識部分喔，折射這件事我們想要講哪些...好，例如說，光通過不同介質的時候會偏折，那如何偏折，偏向法線偏離法線，這個會講對不對？(G1a)
				· 可是我覺得這邊會不會太深，因為國中在講幾何光學，它沒有在講波動光學，所以這個地方如果硬扯，就會跟後面完全拆開了，後面沒有用到這些波的特色.... (G1d)
(二) 發現問題/提出挑戰	2. 發現問題/提出挑戰	探究/質疑其他成員在科學教學之觀點或做法，並據此討論		· 有一種方式是反向的，讓學生去看課本實驗步驟，問他控制變因是什麼？操縱變因是什麼？那這個實驗想要研究的是什麼？就反過來，看人家的去分析他想研究什麼，所以你們可以把課本那個實驗步驟最上面的實驗目的卡掉，不給他們看，只看中間步驟...好所以這個部份我覺得都可以做，看老師想動什麼手腳，哪邊要遮掉哪邊要給學生弄，這個過程我覺得都可以... (G1a)
				· 好，那所以...雖然我想做這個(MPX 4115AP 壓力感測器)，大家可以想想看說，這個有沒有可能在普通班的課堂上出現？...然後如果真的要用可以怎麼用？okay，那我確定一定可以用的地方是科展，科展用這個東西進來就毫無問題，但是課堂上有沒有辦法用，大家就可以想一想... (G3o)
(四) 發展多元教學想法	5. 示例/築底/經驗化	分享教學相關的想法或經驗		· 我讓它們代言元素，就是我要常常講到，所以我 cue 到他的時候他要自己站起來說，我是碳原子序 6 原子量多少，我的用途在哪裡，這樣子，然後這個就他們自己上來填的一個表單... (G4p)
				· 其實你不用接奇怪形狀啊，如果這個接頭用買的，通過去插飲料瓶就好了...比如說這個插營養多，那個優酪乳，那個插...學生就會覺得好好笑 (G7p)
7. 預測		思考/想像在課程設計或教具製作後的教學情境與學生的反應		· 如果拉一根水管，然後長長的在裡面灌水，然後中間這樣挖一段，然後這邊的保鮮膜外頭會凸出來那氣球...那學生會不會有辦法解釋？(G7d)
				· 我的想法是主幹不用動，我覺得很清晰，然後抓旁支的部分，旁支的部分，看什麼地方可以適切的加進去，活動也好，實驗也好的那些...像那個電解水，我覺得也算是可以...對。(G4a)
8. 組合		結合不同教學想法，產生相輔相成的效果。如：AB→C		· 然後純物質的這個是這邊重點...然後這邊完了之後其實化學式可能是比較順的吧...？ (G2b)
(五) 串連	9. 串連	連結不同的教學主題或活動，確認其順序之連貫性		

表 1 (續 1)

第二階段因素	第一階段因素	意義分類	意義單元
(六) 釐清與解釋	10. 深入解釋	提供更多的資訊或說明，以提升他人對該教學想法的理解	<ul style="list-style-type: none"> 我會提的原因事實上是有兩個，因為在聲波的地方就會有反射那些東西了，然後我會另外強調的是如果光也是波，那它也會做波的是什麼事，所以其實我只是提電磁波這個名詞，但我不詳細解釋，但我會讓他們知道光不是一種物質。(G1b)
	11. 概念澄清	澄清/修正自己或他人的想法，如：「剛剛概念錯了，其實應該是另一種。」	<ul style="list-style-type: none"> 可是我並沒有用切的喔，就是說水那個地方我先不提，我先架構我們現在的已知，最小單位的那個單位叫，就是把原子跟元素切成兩種路徑，教學的路徑，學習的路徑...一個在探討到底有幾種，一個在探討到底有多小...(G2d)
(七) 任務相關行為	12. 結構化	針對主題，提出可討論之架構	<ul style="list-style-type: none"> 好，這邊要討論的是那個嘛，先折射好了，我猜折射講完一定沒有時間了，還是你們要先透鏡成像？可以決定一下，都大主題...(G1a)
	13. 導向	在發散思考的討論中，聚焦成員討論方向，以達成目標	<ul style="list-style-type: none"> (看向所有人) 那我們還要繼續談架構的部分嗎？(G2n)
(七) 任務相關行為	14. 資源分享	分享彼此使用的講義、教員或資源	<ul style="list-style-type: none"> 好...後來因為翰林有給幾片變色的，那是好幾年前的(在教室裡面翻找出變色片，遞給其他人看)，那片泡進去裡面字就會跑出來...(G2a)
	15. 現場操作	直接操作現場工具，發展教學實驗或教具	<ul style="list-style-type: none"> (交疊兩個壓克力板，用光線照) 藍光然後再疊一個紅光穿不過去...(G2b)：的確，它太亮了，它會很亮，就是說手遮不住啊...(G2d)
(八) 互動相關行為	16. 邀請分享	鼓勵成員提出自己的教學想法或問題	<ul style="list-style-type: none"> 生繡我是用剛剛說那個綢絲絨，可我一直在想有沒有更好的？所以...你們有更好的嗎？因為我就只是在手上這樣看...喔～差不多差不多(笑)...(G5b)
	17. 聚斂	整合性地歸納成員之討論，以解決問題或讓後續討論順利進行	<ul style="list-style-type: none"> 所以你的意思是，如果以人而言，我們原本是這樣，是我們自己站這樣子，所以讓我們感覺上左右相反...(G1f)
(八) 互動相關行為	18. 認同	對其他成員觀點或作法，表達認同與肯定	<ul style="list-style-type: none"> 我之前是用 Lis 影片來補足這塊，可是這個(指白板)，我覺得更好...(G2n)
	19. 否定	對其他成員的觀點或作法，表達不贊成	<ul style="list-style-type: none"> 把連著連通管的氣球模戳破，水要噴出來也有點難喔！(G7d)
(八) 互動相關行為	20. 回饋	對其他成員的觀點或作法，提出正向、反向或中性的建議	<ul style="list-style-type: none"> 【正向回饋】：阿那什麼同溫同壓的那些事情就會...那如果是用分子的概念講，那個東西會完整嘛...這個很有趣...(G2a) 【中性回饋】：孔雀餅乾拿去乾餾應該很誇張吧，那那麼油...(G6o) 【反向回饋】：這個地方本來就很容易混淆(G2a：對)，就是說並不會因為我們定義得很清楚，學生就理解了...(G2d)

表 1 (續 2)

第二階段因素	第一階段因素	意義分類	意義單元
(八) 互動相關行為			
	21. 尋求說明	提出問題，了解其他成員作法之細節	· 用乙酸乙酯把保麗龍溶掉，有點像熱塑性塑膠袋回收的過程？(G7d)
	22. 簡答	簡短回覆其他成員之問題，未加以解釋	· 花青素就酸鹼指示劑啊... (G3k)
	23. 延續性接話	依循發話者的談話脈絡，提出相關詞彙或文句以延續談話內容	· 可是我的意思是說，你一開始那堆積木 (G2d：就直接拆到最細)，就直接拆到最細，所以所有的都是原子，就是一個一個原子喔... (G2b)
	24. 知悉	表示已了解其他成員所提的觀點或作法	· 它溶掉的是裡面的發泡劑 (G7f：喔是發泡劑溶掉...)，所以等於是支撐它結構的東西被溶出來，所以它結構就垮掉，就變成一坨軟的聚苯乙烯。(G7a)
	25. 重述	重複提出相同的描述	· 週期表就門德列夫那邊的事情，分子與化學式那邊就分子的定義 (G2e：分子的定義)，然後再來化學式就是語言的部分... (G2a)
(九) 閒聊			
	26. 課程相關	與課程設計無直接關係，但與教學主題有關之討論	· (討論如何釀造化學醬油) 我們不是每一瓶醬油都說它純釀造的... 你有看過人家超市賣的醬油寫說我是合成的嗎 (大家笑)？(G6c)
	27. 結構／形式相關	團隊內部結構性問題的討論 (如：教學單元、共備時間、團隊成員分組等)	· 還是我們 3 月 18 來，反正就是多討論沒關係，因為反正今天之後就隔兩個月了耶，而且今天來的人應該也會比較少。(G5f)
	28. 其他	與教學主題與團隊內部結構性問題皆無關之討論	· 不要再凹我電腦了，我的電腦很脆弱耶，這樣誰要看阿 (笑)。(G4p)

註：「23. 延續性接話」、「24. 知悉」及「25. 重述」之意義單元內容，以底線標示之。

結果與討論

本研究先找出基本對話元素及特殊對話元素，並建置初步模式。接著，則藉成員訪談等質性資料以補足與修正，最後整合多重來源之質性與量化資料，建構團隊創造力互動歷程模式。

一、發展初步模式

(一) 基本對話元素

本研究以四分位數為組別之切點，第一階段創新性高低分組之教學想法皆有 3 組 ($Q_3 = 6.16$; $Q_1 = 4.59$)，適切性高分組有 6 組 ($Q_3 = 6.33$)，低分組則有 2 組 ($Q_1 = 5.92$)；第二階段創新性高低分組之教學想法皆有 7 組 ($Q_3 = 4$; $Q_1 = 5$)，適切性高分組有 8 組 ($Q_3 = 6$)，低分組則有 8 組 ($Q_1 = 5.33$)。接著，則辨識高分組教學想法的討論歷程中，出現兩次以上之對話元素，視為該階段下不同向度的基本對話元素。描述性統計結果如附錄三，而高分組教學想法之對話元素次數如附錄四。

最後整理結果如表 2，在創新性及適切性向度皆具備之基本對話元素共有「示例／築底／經驗化」、「深入解釋」及「尋求說明」三項。此外，雖「認同」及「簡答」皆僅出現於創新性高分組，但其在兩階段皆有出現，顯示其對創新性之重要性，故亦將其納為基本對話元素。此五項基本對話元素，則為建構團隊創造力互動歷程模式的基本運作歷程。

(二) 特殊對話元素

在確立基本對話元素後，本研究以曼－惠特尼 U 考驗 (Mann-Whitney U test)，分別檢驗創新性與適切性教學想法之高低分組，在各對話元素次數上的差異情形，以找出高分組顯著較低分組為多之對話元素—即為團隊創造力歷程之特殊對話元素。分析結果顯示，兩組於許多對話元素次數上有顯著差異，且高分組皆顯著高於低分組，附錄五呈現此考驗之分析結果。

最後整理兩階段之分析結果如表 3。由表 3 可知，創新性於兩階段的資料上是較為穩定的，故本研究取其交集，將兩階段皆呈顯著或邊緣顯著之對話元素視為特殊對話元素，並將意涵相近之對話元素予以歸類，以定義出更上層之核心概念。由分析結果看來，其應涵括第一階段因素之「示例／築底／經驗化」與第二階段因素之「發展多元教學想法」，可歸類為「擴展」；同時，亦有第一階段因素之「深入解釋」，則可歸為「理解」。此外，「任務相關行為」及「互動相關行為」亦為兩階段呈邊緣顯著或邊緣顯著的特殊對話元素。

相較之下，兩階段的資料於適切性的結果則較不穩定。在階段一，高低分組於討論歷程使用的對話元素並無顯著差異。為確保本研究互動層面團隊創造力初步模式之適切性，本研究將階段二中呈顯著或邊緣顯著之對話元素皆納入模式。分析結果涵括第一階段因素之「示例／築底／經驗化」與第二階段因素之「發展多元教學想法」，可歸為「擴展」；此外，亦有第一階段因素之「深入解釋」及「回饋」與第二階段因素之「釐清與解釋」，則為「理解」。同時，第一階段因素之「簡答」與第二階段因素之「任務相關行為」、「互動相關行為」及「閒聊」等，亦為特殊對話元素。值得注意的是，「示例／築底／經驗化」、「深入解釋」及「簡答」同為基本對話元素及特殊對話元素，顯示其能穩定維繫團隊創造力歷程之運作，亦有利於發展團隊創意表現，而本研究取其特殊性，予以歸類於特殊對話元素。

表 2 兩階段創新性與適切性教學想法高分組具備之基本對話元素

對話元素	創新性		適切性	
	階段一	階段二	階段一	階段二
(一) 定義與再定義問題				
(二) 發現問題／提出挑戰				
(三) 重構				
1. 探究性轉化				
2. 脈絡化	✓			
(四) 發展多元教學想法				
1. 示例／築底／經驗化	✓	✓		✓
2. 可能的替代方案				
3. 預測	✓			
4. 組合				
(五) 串連				
(六) 釐清與解釋				
1. 深入解釋	✓	✓		✓
2. 概念澄清				
(七) 任務相關行為				
1. 結構化				
2. 導向				
3. 資源分享	✓			
4. 現場操作				
(八) 互動相關行為				
1. 邀請分享				
2. 聚斂				
3. 認同	✓	✓		
4. 否定				
5. 回饋				
6. 尋求說明	✓	✓		✓
7. 簡答	✓	✓		
8. 延續性接話				
9. 知悉	✓			
10. 重述				
(九) 閒聊				
1. 課程相關				
2. 結構/形式相關				
3. 其他				

註：✓代表該元素在此階段高分組所有教學想法之討論歷程皆出現兩次以上

表 3 兩階段創新性與適切性教學想法高低分組於各對話元素之差異情形

對話元素	創新性		適切性	
	階段一	階段二	階段一	階段二
(一) 定義與再定義問題				
(二) 發現問題／提出挑戰				
(三) 重構	✓ (.05)			
1. 探究性轉化				
2. 脈絡化	✓ (.05)			
(四) 發展多元教學想法	✓ (.05)	✓ (.05)		✓ (.05)
1. 示例／築底／經驗化	† (.08)	✓ (.05)		✓ (.05)
2. 可能的替代方案		✓ (.05)		
3. 預測	✓ (.05)			
4. 組合				
(五) 串連				
(六) 釐清與解釋		✓ (.05)		✓ (.05)
1. 深入解釋	† (.08)	✓ (.05)		✓ (.05)
2. 概念澄清				
(七) 任務相關行為	✓ (.05)	✓ (.05)		✓ (.05)
1. 結構化				
2. 導向				
3. 資源分享	✓ (.05)			
4. 現場操作				
(八) 互動相關行為	✓ (.05)	† (.07)		✓ (.05)
1. 邀請分享				
2. 聚斂				
3. 認同		✓ (.05)		
4. 否定				
5. 回饋		✓ (.05)		✓ (.05)
6. 尋求說明	✓ (.05)			
7. 簡答	✓ (.05)			† (.07)
8. 延續性接話				
9. 知悉	✓ (.05)			
10. 重述				
(九) 閒聊		† (.07)		† (.07)
1. 課程相關				
2. 結構／形式相關				
3. 其他		† (.06)		

註：✓為高低分組在該對話元素上呈顯著；†為高低分組在該對話元素上呈邊緣顯著，括號內之數值則為邊緣顯著之 p 值

最後建立之互動層面團隊創造力初步模式，如圖 2。成員以尋求說明及認同等基本對話元素促使團隊運作，並持續表現可增進團隊討論之任務相關行為及互動相關行為。討論歷程中，成員以示例／築底／經驗化「擴展」教學想法，也藉深入解釋、回饋及簡答等，追求成員間的「理解」，在這樣的循環下，激發讓團隊更多創意想法。值得注意的是，在產生創意想法的歷程中，團隊成員亦會藉閒聊之對話元素，暫時性轉移注意力，以考量更多可能性、淬鍊出更具適切性之創意想法。

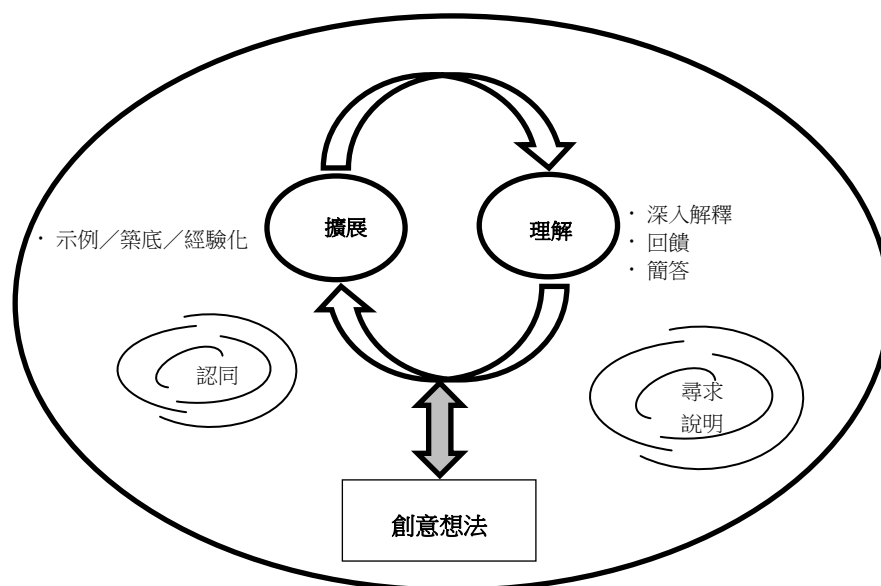


圖 2 團隊創造力互動歷程模式

註：為免混淆，圖上僅呈現第一階對話元素。漣漪為基本對話元素；列點為特殊對話元素

二、確立團隊創造力互動歷程模式

（一）成員觀點之團隊創造力歷程

為了解團隊成員對其團隊討論模式與所涉及對話元素之看法，本研究邀請受訪者以參與成員的角度檢核與修正，並分享其認為最重要的對話元素為何。

成員多認為平常的團隊討論模式是屬於開放式的，每次團隊討論的流程正如 IC 老師所述：「我們每次討論的模式都是先以那個章節，然後用心智圖去發想，發想的時候大家就會開始丟，說：欸我在這個地方用什麼方式上感覺還不錯、學生學習成效還不錯...丟丟丟...丟完之後，大家就會開始很熱烈討論，接著可能會問說好，有沒有人要針對剛剛討論的，因為可能在發想過程中是個點，那個點突破一下就好...」。此外，IA 老師亦特別點出此團隊討論時的重要關鍵—拋出想法及回饋：「在那個場合，大家可以盡量提想法，所以就變成大家都願意講，你就會覺得好像很多點子，但是真的落實面的話，在那時候就有別人幫你修說，怎麼做比較好，就又会給你一個想法...」。由以上可知，此團隊討論歷程大致上符合本研究提出之模式，即參與者可盡量提出不同想法、文本或教具，並藉由其他成員的回饋，確保該設計與課程之銜接性。

將「定義與再定義問題」列為重要概念的受訪者共有兩位，如 IA 老師便提及：「在討論的四小時裡面如果沒有說好做什麼，回去就會變空想...那個脈絡要很清楚...」，顯示成員對問題形塑的歷程及結果，需具備一定的共識。另一相關的概念，是成員是否共享學門知識及規範，並以此檢視科學教學的可行性。有位成員在討論時提及讓學生乾餾不同物品，以釐清有機化合物的概念：「就讓學生去討論，他們有沒有辦法把黑色的跟不是黑色的來源做分析...這是我的想法，但是看看有沒有辦法用順一點...有辦法變簡單嗎...」，但其他成員則認為課程時間有限，且要控制學生的討論狀況不易，面對這樣的質疑，該成員重新調整作法：「或者是讓學生自己推論五分鐘，如果沒什麼結果，老師再介入...」，這樣的作法掌握有限課堂時間，讓學生探究學習，最後亦取得其他人認同。

由以上可知，成員對團隊討論問題及目標應有相近的想像，並具備共享的學門知識及規範，才能在一定的範圍內，讓討論內容免於空泛，於創新性及適切性上取得完美的平衡。

以「脈絡化」為重要概念的受訪者亦有兩位。IC 老師分享團隊討論所產生的不同影響路徑：「共備會有幾條路，一條路是聽到 idea，好就這樣，第二條是聽到 idea 很棒之後回去試，但我自己最喜歡第三條路，也最辛苦，我喜歡把這個活動拉回來後，變成我喜歡的脈絡，要花時間把它從一個動手做變成一個脈絡，所以不一定每個人都會走到第三條路，但是我很喜歡...就是我自己這樣一步步走來，其實轉化很多不同的方式在做...」，顯示參與教師在團隊討論歷程中得到各式教學想法後，可能會先進行脈絡化，再實踐於自己的課堂教學，最後其實踐結果又能再回饋於團隊，逐步累積所有成員的教學實踐知識，並激發更多教學想法。

「發展多元教學想法」是被所有受訪者強調的重要概念，而與此概念緊密相關之「資源分享」與「現場操作」，則分別被 3 位與 1 位受訪者強調。這些皆為與擴展有關的概念，顯示成員多認同團隊成員於教學想法及教具的示例與組合，能激盪更多教學想法與火花。IB 老師說道：「會參與這些備課的老師，大部分都有六七年的年資以上，他們其實都有很久的教學經驗，只是會想說怎麼樣會更適合他們的學生...像我是很喜歡用教具的人，我就提供用教具的用法，那有些老師是很喜歡用簡報，或是學習單，或文本的，就每個不同的撞擊火花，產生新教案，我是覺得很酷的...」，藉由拋出不同想法與資源，甚至現場操作教具，常能引發成員間更多討論與分享。

「釐清與解釋」與「回饋」在團隊討論歷程的重要性，則分別有 2 位與 1 位受訪者加以肯定，而這兩者皆為與理解有關的概念。IB 老師解釋：「有時候我們老師還是會有一些迷思概念存在，那個時候還是要...因為畢竟我們教的是理化嘛，理化還是有分物理跟化學，有些你本身是物理系的，你可能不太了解化學的部分...那這個過程中，我就藉由其他夥伴的協助，把那些基本概念更加的健全...」，顯示在討論歷程中，成員針對彼此想法提出疑問、加以澄清與發展回饋，應有助於提升其對不同教學想法的理解程度，進而發展更具體且多元化的教學想法。

對「閒聊」對話元素的看法則有較大的歧異。其中，IC2 老師抱持正向態度，指出「閒聊」確實是一個發散的歷程，但這樣的歷程能夠幫助教師有更多的思考；然而，IA 老師與 IB 老師認為，閒聊常讓討論變得過於發散，無法產生具體的教學活動。其中，ID 老師則持中性態度：「有人拋出他上課的一些撇步、想法、或者是他看過一些怎麼樣的現象、實驗怎麼樣很有趣的甚麼的，那些東西就是一個發散的歷程，然後其實那樣的歷程還蠻有可能會失焦的...所以當然擴展是好的，只是不能被拉走要再拉回來...」。在團隊創造力的歷程中，腦力激盪的發想歷程雖有其必要性，但唯有適時的聚焦與結構化，才能讓團隊產生創新且具體的成果。

綜上所述，四位受訪者中至少有兩位皆提及之概念為「定義與再定義問題」、「脈絡化」、「發展多元教學想法」、「資源分享」與「釐清與解釋」等五項，本研究以此五項為重要的對話元素，用以驗證及修正初步模式。首先，「定義與再定義問題」即成員對問題及目標應具共識，其中共享的學門規範更是關鍵，唯有當成員的擴散性思考開展於明確的目標與規範之下，才能展現團隊協作的創意。此外，「脈絡化」則指涉成員藉由理解他人教學觀點，以轉化於自我教學情境或連結不同教學活動，此為「訊息精緻化」的重要表現（Hoever, van Knippenberg, van Ginkel, & Barkema, 2012），故本研究以此命名之。最後，「發展多元教學想法」與「資源分享」屬於「擴展」，亦即可用以延伸團隊成員之教學知識；「釐清與解釋」則歸於「理解」，可藉以深化團隊成員的知識。

（二）互動層面團隊創造力模式

最後確立之互動層面團隊創造力模式如圖 3。值得注意的是，團隊成員具共享的團隊目標，並能內化學門知識及規範；在此範圍下，展開後續的團隊討論。首先，成員以基本對話元素促使團隊運作，並表現可增進討論之任務相關行為與互動相關行為，包括拋出示例及分享教學資源，以「擴展」團隊思考；同時以深入解釋、回饋及簡答等方式，深化彼此教學的知識基礎，以共致「理解」。同時，成員亦會藉由閒聊之對話元素，暫時轉移注意力，以考量更多可能性，並淬鍊出更具適切性之創意想法。在此螺旋式的動態歷程中，訊息會在脈絡化的歷程中，不斷地被精緻化，最後在正中央產生初步的創意教學想法。

從團隊創造力發生之軌跡來看，本研究結果可與過去學者所提團隊創造力發展歷程（Leonard & Swap, 1999; Reiter-Palmon et al., 2012; Sawyer, 2007）相呼應，其應包含五階段：（1）目標性的脈絡：成員立基於共享的知識及內化的學門規範，有範圍地追求團隊目標，其意涵同問題辨識與建構

(Reiter-Palmonet al., 2012)、創新的機會 (Leonard & Swap, 1999) 與預備階段 (Sawyer, 2007)。(2) 擴展：成員拋出不同的教學想法及資源，延展彼此的思考，其意涵如收集資訊 (Reiter-Palmonet al., 2012)、開創性思考—創造選擇 (Leonard & Swap, 1999) 與火花階段 (Sawyer, 2007)。(3) 理解：成員針對彼此觀點及想法加以釐清，並提出相關回饋，如同想法評估與選擇 (Reiter-Palmonet al., 2012)、整合性思考—選擇 (Leonard & Swap, 1999) 與選擇階段 (Sawyer, 2007)。(4) 暫停：討論歷程中的暫停時刻是醞釀創意火花的基石，當成員藉由閒聊暫時轉移注意力，便能考量更多的選擇，其意涵如孵化 (Leonard & Swap, 1999) 與暫停階段 (Sawyer, 2007)。(5) 訊息精緻化：此可細分為兩個層面，首先為團隊的精緻化，即成員們考量不同教學情境，持續關注與轉化創意教學想法，類似計畫實施 (Reiter-Palmonet al., 2012) 與淬鍊階段 (Sawyer, 2007)。其次，則為成員個人的精緻化，即在團隊討論歷程產生的初步想法，會由成員實踐於自己的課堂、發展其在教學現場的訊息精緻化，此並可能於後續團隊討論時，再度轉化為團隊討論動態歷程中的重要環節。

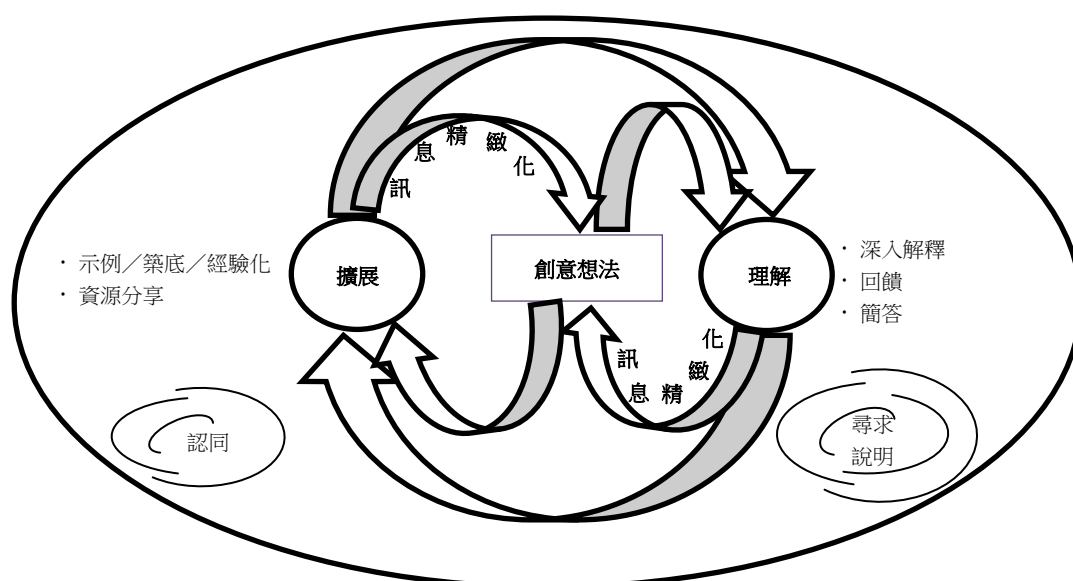


圖3 互動層面團隊創造力模式

註：為免混淆，圖上僅呈現第一階對話元素。連續為基本對話元素；列點為特殊對話元素

此五階段呼應 Leonard 與 Swap (1999) 以及 Wenngren、Ericson 與 Parida 等人 (2016) 的觀點，即團隊創意發展歷程雖有大略的方向，但未必會依循固定的模式。本研究之五階段實有大致的發展步驟—在目標性的脈絡後，會有擴展與理解的發展歷程，最後再以暫停及訊息精緻化慢慢收斂想法。然而，這些階段並非線性固定的，在任何一個階段內，都可能發生部分或全部階段所形成的循環。舉例而言，「目標性的脈絡」可能展現於討論的初始階段，由團隊成員先共同定義主題與架構，才開始後續的討論，亦可能顯現於擴展與理解階段後，由團隊成員共同將現有想法回扣至團隊之重要目標，顯示其確可能隨討論主題或任務，而產生不同的發展步驟與循環模式。

此外，本研究之發現亦可與個人層級的創造思考歷程對話。由 Finke、Ward 與 Smith 等人 (1992) 提出之「產生探究模式」(geneptore model) 認為創造力的發展應有大略的順序，在產生歷程 (generative processes) 後，則為探究歷程 (explorative processes)，且兩者皆應在產品限制下進行。這些發展階段可分別對應於本研究之擴展、理解及目標導向的脈絡等概念，且本研究更發現團隊層級之創造力發展歷程還涵括暫停及訊息精緻化等階段。由此可知，團隊的確需要暫停時刻以醞

釀創意的火花，同時亦應以脈絡化等方式使新點子更趨精緻化，而個人及團隊層級的創造思考歷程雖有相似的架構，但仍存在細緻的差異。

結論與建議

近年來，國內中小學及大專院校皆將教師專業社群的推動與實踐定為重要的發展方向，期能藉由精進教師之教學品質，以提升學生學習成效。因應此趨勢，如何協助教師團隊於討論歷程中形塑教學創新，以精進教學，實為重要的議題。有鑒於此，本研究跳脫以往僅聚焦於脈絡因素之教學團隊研究，從歷程的觀點，探討創意如何透過成員間的對話與互動而產生。藉由參與觀察及訪談，本研究辨識出 28 個第一階因素及九個第二階因素的團隊討論歷程對話元素，並從中萃取出基本對話元素及特殊對話元素，最終建構團隊創造力互動歷程模式，亦即此團隊需在明確的目標脈絡下，經歷拋出多元想法之擴展歷程、提出問題與釐清的理解歷程、脈絡化或串連等精緻化步驟，以及暫時轉移注意力的暫停階段，以在此螺旋式的循環下逐步形塑不同規模的循環軌跡，持續發展教學創新。

本研究結果發現，相較於企業組織團隊在團隊創造力歷程的發展階段（Leonard & Swap, 1999; Reiter-Palmon et al., 2012; Sawyer, 2007），教學團隊雖同樣涵括目標性的脈絡、擴展、理解、暫停與訊息精緻化等五個非線性的發展步驟，但有兩項特點。首先，教學團隊的訊息精緻化涵括兩個面向，其不僅涉及成員藉由互動與協作，共同修正最後產品，更涵括成員個人——亦即科學教師，後續延伸團隊創意想法，並在思考自我課室情境的脈絡後，加以精緻化以運用之，此為教學團隊的第一項特點。其次，自主性會形塑團隊討論歷程之形式。不同於企業組織團隊對績效的追求與強制性，教學團隊的運作常是高自主性的，此種「自我管理團隊」（self-managed teams）（Erez, Lepine, & Elms, 2002）有著流動性與彈性的特質，常更能激發團隊的內部討論與互動，然而，其非強制性的屬性，也可能讓團隊討論難以進行或戛然而止，故確保討論歷程涵括「尋求說明」及「認同」等基本對話元素，便有其必要性，此則為教學團隊的第二項特點。

本研究關注於教學團隊成員外顯行為對其最後教學產出創新性的影響，雖未涉及團隊成員是否主動意識或關注自我行為，但後續在教學實務現場的運用上，參與成員對自我意識與行為的覺察則有其必要性。誠如 Sawyer（2001）的研究發現，若團隊個體能覺察影響團隊的關鍵討論模式，就能避免非預期的結果（如：太早固著於單一解決方法，而讓團隊討論很快地結束）。因此，有意參與或籌組教師專業社群之科學教師們，應有意識地運用本研究建置之互動層面團隊創造力模式，發展具體可行的行動方案。首先，要激發教學團隊的創意表現，需確保其討論歷程涵括「尋求說明」及「認同」等基本對話元素，以奠定團隊創新的重要基礎。「尋求說明」即提出問題以了解細節，如教師們在討論氧化還原反應時，可能針對鋁熱劑、鋼絲絨生鏽或鎂帶燃燒等實驗操作的細節，提出不同的問題，以利於其後續於課堂上執行。關於「認同」，則為對他人觀點表達肯定，如教師們在討論以塑膠針筒及迴紋針自製電解水裝置時，有一位成員提及可先在針筒上打洞、直接拉出電線，並連接鱷魚夾，即可完成裝置；對此，其他成員紛紛表示肯定，認為這是個可以嘗試的好方法，也讓此討論得以往下延續。

除此之外，所有團隊成員皆須了解團隊創造力歷程的五個非線性固定之發展階段：1. 確立目標階段：團隊成員皆應了解於團隊討論歷程中，需以確立團隊討論主題與架構為重要前提，此共識有利於團隊成員共同形塑教學創新；2. 擴展想法階段：團隊成員應於團隊討論歷程中，拋出多元教學想法及經驗，或分享彼此使用的教學資源，以擴展團隊思考；3. 理解想法階段：團隊成員須提出不同的問題、資訊、說明及建議，並能為他人想法提供回覆及回饋，以深化共同理解的知識基礎；4. 暫停討論階段：團隊成員亦可於討論歷程中暫時轉移注意力，進行活動或與他人對話，以利於發展具適切性之創意想法；5. 訊息精緻化階段：此可分為兩個層面，團隊精緻化為成員考量不同的教學情境，以轉化教學觀點、策略或教材內容，共同產生初步的創意教學想法。個人精緻化為教師延伸團隊產生的初步想法，並將之實踐於課堂，發展個人的教學創新。

以本研究為基礎，未來則可進一步聚焦於團隊討論歷程中的特定變項（如：互動方式），並發展教學團隊實驗。在實驗設計上，可讓受試者組成團隊，在時間限制內進行討論，以發展創意教案；同時，亦可檢視每位受試者個人設計之教案內容。此種實驗室情境實為 Dunbar（1997）所提之「在玻璃裡」（in vitro）的研究方式，應有利於檢驗本研究於真實世界脈絡下發現之現象與事件——即教學團隊討論歷程對創意表現之影響，並釐清團隊與個人層級創造力之關係。此外，考量成員的參與度會形塑其於團隊討論歷程時扮演的團隊角色，並對團隊創造力產生直接或間接的影響。未來研究應可進一步探討不同參與程度之團隊成員，對其團隊討論歷程與脈絡層面因素之觀點，以及其可能帶來的影響。最後，本研究僅關注於教學團隊討論歷程與產出教學想法創新性的關係，未來研究應可更聚焦於團隊參與者本身，探討其主動意識或關注到哪些團隊創意點子，並進而延伸出更精緻化的個人教學行為，抑或其對個人參與角色或團隊領導型態之自我覺察，對團隊整體創新的可能影響，以更全面性地了解教學團隊發展創新與穩定運作的歷程。

總括而論，本研究探討創意如何透過教學團隊成員間的對話與互動產生，為團隊層級的教學創新提供了新的思考角度，並期能藉由理解現象，打穩培育教學團隊創造力的重要基礎，為更多有意參與或籌組教師專業社群之科學教師，提供有效的幫助。

參考文獻

- 林裕豐、游瑩如、楊美珠、秦義雯、陳曼青、姜振田（2016）：從高瞻計畫到教卓團隊金質獎談及教師專業學習社群發展實作課程—校園植物生態文創。*中等教育*，67（1），137-159。[Lin, Y. F., Yu, Y. J., Yang, M. C., Chin, Y. W., Chen, M. C., & Jiang, J. T. (2016). From high scope program to golden award for excellent teacher awards: Professional Learning Community (PLC) curriculum development-campus plants & cultural creativity. *Journal of Secondary Education*, 67(1), 137-159.]
- 徐志文、張雨霖（2015）。以階層線性模式分析學校組織創新氣氛、教師教學效能對創造力教學之影響。載於潘裕豐、陳學志（主編），*創造力的研究與實踐*（83-106）。台北：華騰文化。[Hsu, C. W., & Chang, Y. L. (2015). Applications of hierarchical linear models on influence of creative climate of schools and effective teaching on creativity-teaching behaviors. In Y. F. Pan & H. C. Chen (Eds.), *The research and practice of creativity* (pp. 83-106). Taipei: Farter CORP.]
- 張雨霖（2016）。從「教創意・適性學」到「適性教・學創意」。*中等教育*，67（1），36-55。[Chang, Y. L. (2016). From “creativity teaching for adaptive learning” to “adaptive teaching for learning creativity”. *Journal of Secondary Education*, 67(1), 36-55.]
- Association for Science Education (ASE) (1999). *ASE survey on the effect of the national literacy strategy on the teaching of science*. Hatfield: ASE.
- Beaton, A. E., Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., Smith, T. A., Kelly, D. L. (1996). *Science achievement in the middle school years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Chestnut Hill, MA: Boston College.

- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Csikszentmihalyi, M. (1988). Society, culture, and person: A systems view of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives* (pp. 325-339). New York: Cambridge University Press.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. New York: Harper Perennial.
- Dunbar, K. (1997). How scientists think: On-line creativity and conceptual change in science. In T. B. Ward, S. M. Smith, & J. Vaid (Eds.), *Conceptual structures and processes: Emergence, discovery, and change* (pp. 461-494). Washington D.C: American Psychological Association Press.
- Erez, A., Lepine, J. A., & Elms, H. (2002). Effects of rotated leadership and peer evaluation on the functioning and effectiveness of self-managed teams: A quasi-experiment. *Personnel Psychology*, 55(4), 929-948.
- Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition theory, research and application*. Cambridge, MA MIT Press.
- Gold, R. (1969). Roles in sociological field observation. In G. McCall, & J. Simmons (Eds.), *Issues in participant observation: A text and reader* (pp. 30-38). London: Addison-Wesley.
- Harvey, S., & Kou, C. Y. (2013). Collective engagement in creative tasks: The role of evaluation in the creative process in groups. *Administrative Science Quarterly*, 58(3), 346-386.
- Hoever, I. J., van Knippenberg, D., van Ginkel, W. P., & Barkema, H. G. (2012). Fostering team creativity: Perspective taking as key to unlocking diversity's potential. *Journal of Applied Psychology*, 97(5), 982-996.
- Holsti, O. R. (1969). *Content analysis for the social sciences and humanities*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Hsu, Y. S., Lin, Y. H., & Yang, B. (2016). Impact of augmented reality lessons on students' STEM interest. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(2), 1-14.
- Imants, J. (2002). Relationships in the study of learning communities. *School Effectiveness and School Improvement*, 13(4), 453-462.
- Johnston, J. (2007). Can children be creative in science? *Creative Teaching & Learning*, 8(1), 42-47.
- Kind, M., & Kind, V. (2007). Creativity in science education: Perspectives and challenges for developing school science. *Studies in Science Education*, 43, 1-37.
- Lee, T. W., Mitchell, T. R., & Sablinski, C. J. (1999). Qualitative research in organizational and vocational psychology, 1979-1999. *Journal of Vocational Behavior*, 55(2), 161-187.
- Leonard, D. A., & Swap, W. C. (1999). *When sparks fly*. Boston: Harvard Business School Press.

- Lincoln, Y., & Guba, E. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hill, CA: sage.
- Lohman, M. C., & Finkelstein, M. (2000). Designing groups in problem-based learning to promote problem-solving skill and self-directedness. *Instructional Science*, 28(4), 291-307.
- Mumford, M., Reiter-Palmon, R., & Redmond, M. (1994). Problem construction and cognition: Applying problem representations in ill-defined domains. In M. Runco (Ed.), *Problem finding, problem solving, and creativity* (pp. 3-39). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Reiter-Palmon, R., Herman, A., & Yammarino, F. (2008). *Creativity and cognitive processes: Multi-level linkages between individual and team cognition*. New York, NY: Elsevier.
- Reiter-Palmon, R., & Robinson, E. (2009). Problem identification and construction: What do we know, what is the future? *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 3, 43-47.
- Reiter-Palmon, R., Wigert, B., & Vreede, T. (2012). Team creativity and innovation: The effect of group composition, social processes, and cognition. In M. D. Mumford (Ed.), *Handbook of organizational creativity* (pp. 295-326). London, UK: Elsevier.
- Sawyer, R. K. (2001). *Creating conversations: Improvisation in everyday discourse*. Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Sawyer, R. K. (2007). *Group genius: The creative power of collaboration*. New York: Basic Books.
- Sawyer, R. K. (2012). Extending sociocultural theory to group creativity. *Vocations and Learning*, 5(1), 59-75.
- Sawyer, R. K., & DeZutter, S. (2009). Distributed creativity: How collective creations emerge from collaboration. *Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts*, 3(2), 81-92.
- Scribner, J. R., Sawyer, R. K., Watson, S. T., & Myers, V. L. (2007). Teacher teams and distributed leadership: A study of group discourse and collaboration. *Educational Administration Quarterly*, 43(1), 67-100.
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Tsai, W., Chi, N., Grandey, A. A., & Fung, S. (2012). Positive group affective tone and team creativity: Negative group affective tone and team trust as boundary conditions. *Journal of Organizational Behavior*, 33, 638-656.
- Wenngren, J., Ericson, A., & Parida, V. (2016). Improving team activities in the concept development stages: Addressing radical development and open-ended problems. *Journal of Promotion Management*, 22(4), 496-510.

West, M. A., Hirst, G., Richter, A., & Shipton, H. (2004). Twelve steps to heaven: Successfully managing change through developing innovative teams. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 13, 269-299.

收 稿 日 期：2019 年 03 月 03 日

一稿修訂日期：2019 年 04 月 16 日

二稿修訂日期：2019 年 04 月 19 日

三稿修訂日期：2019 年 05 月 29 日

接受刊登日期：2019 年 05 月 29 日

附錄一 團隊互動歷程之對話元素分析摘錄

表 a 「體驗原子模型轉變—自製飛鏢板」討論歷程之對話內容

發話者	對話內容
N 老師	[拿出一個飛鏢版]我拿這個來講 (3-1) ...
A 老師	[先大笑]射飛鏢就是 α 粒子 (3-2)
N 老師	對, α 粒子, 就是他在推測時候, 就是看引導, 就是說如果程度比較好資優班, 可以引導他, 如果你是拉塞福, 你怎麼去設計一個實驗去驗證, 老師到底講了什麼, 那如果是普通班, 可以先射完再來看, 這個東西有什麼意義, 跟課本哪一段...射中心啦 (3-3-1) ... (A 老師: 喔喔 (3-4) ...), 湯木生的話應該很多人射, 湯木生概念的話應該很多人射中間 (3-3-2) (A 老師: 對 (3-5)), 所以我是讓他們下課比賽, 射中綠點是 10 分, 沒有射中是 1 分, 然後這邊[翻開另一面]你射中是 50 分, 這樣子 (3-3-3)。就看要不要談這個, 因為這個有迷思概念啦, 會有一些軌域那個事情 (3-6) (A 老師: 那個不用考慮[搖頭] (3-7)), 不用考慮這個, 但是他就會很難射中這個[指著中心], 但是曾經有個學生真的射中過 (3-8-1) (A 老師: 有阿有阿 (3-9)), 這個機率很低 (3-8-2) (A 老師: 拉塞福也射中啦 (3-10)), 很低很低嘛, 所以他才去想說欸這個, 為什麼這個傢伙這樣設計, 為什麼可以驗證說原子核的概念 (3-8-3) ...
A 老師	我跟你講, 你放一個硬幣, 一塊硬幣, 他就射進去可是會彈出來 (3-11-1) (N 老師: [點頭] 恩 (3-12)), 你用同樣一塊硬幣, 弄成這個外型[指著 N 的飛鏢版], 讓它們去想, 這個跟那個, 你射到的那個一定是什麼樣的東西, 為什麼它打不進去會彈出來 (3-11-2) ...
P 老師	這裡放一塊硬幣 (3-13) ?
N 老師	這邊不放[指飛鏢版其他地方], 這邊可以討論 (3-14)
A 老師	那邊是放紙嘛, 所以那個紙它是可以刺進去, 它有可以刺進去跟刺不進去的, 是不是代表它是有不一樣, 那就是拉塞福他本來覺得它應該是可以刺進去, 但是卻發現如果有撞到是一定彈出來 (3-15) ...不過你這樣就一定要有人射到[大家一起笑], 射不到你就自己弄, 應該你拿的是金屬的飛鏢 (3-16-1) ? (N 老師: 對對 (3-17)), 一定有人聽得出來不一樣 (3-16-2) ...
N 老師	反正原則上讓他很明顯比較是這個東西射中[抓著飛鏢版的一面], 這個東西[翻到飛鏢版另一面]很難射中, 而且它 (3-18) ...
P 老師	這個是買的吧 (3-19-1) ? (A 老師: 這是買的阿 (3-20)) 我想說要不要自己做 (3-19-2) ...
A 老師	不用啦...[笑] (3-21)
N 老師	五金行有現成的 (3-22) (P 老師: 喔 (3-23) ...)
A 老師	欸這個梗還蠻好的 (3-24)
P 老師	[翻開飛鏢版來看]這邊所以你下面給它貼一元硬幣 (3-25) ?
N 老師	對裡面還有一元 (3-26)
A 老師	外面還是要貼一樣 (3-27-1) (P 老師: 貼紙 (3-28)), 要看不出來 (3-27-2)
P 老師	裡面要貼一元, 外面要貼一張紙, 那邊有的是紙有的是紙有的一元嗎 (3-29) ?
N 老師	[指著飛鏢另一面]這邊就不用了 (3-30) (P 老師: 這邊就都是紙的嘛 (3-31))
A 老師	這個梗超好的 (3-32)

表 b 「體驗原子模型轉變－自製飛鏢板」討論歷程之對話元素分析

逐字稿編號	對話元素
3-1	資源分享
3-2	知悉
3-3-1~3-3-3	脈絡化、示例／築底／經驗化、可能的替代方案、預測
3-4	認同
3-5	認同
3-6	尋求說明
3-7	簡答
3-8-1~3-8-3	探究性轉化、示例／築底／經驗化、預測、概念澄清
3-9	認同
3-10	知悉
3-11-1~3-11-2	探究性轉化、可能的替代方案
3-12	認同
3-13	尋求說明
3-14	簡答
3-15	深入解釋
3-16-1~3-16-2	預測
3-17	認同
3-18	深入解釋
3-19-1~3-19-2	尋求說明
3-20	簡答
3-21	知悉
3-22	簡答
3-23	知悉
3-24	認同
3-25	尋求說明
3-26	簡答
3-27-1~3-27-2	深入解釋
3-28	尋求說明
3-29	重述
3-30	簡答
3-31	延續性接話
3-32	認同
3-33	預測
3-34	可能的替代方案
3-35	發現問題／提出挑戰、脈絡化、示例／築底／經驗化
3-36	資源分享
3-37	尋求說明
3-38	簡答
3-39	尋求說明
3-40	簡答
3-41	回饋

附錄二 教學想法範例

體驗原子模型轉變—自製飛鏢板

以下呈現該團隊在共備「816 元素與化合物」之課程時，產生的教學想法。此外，引號內的字為該社群討論之內容摘錄。

- ◆ **主要概念：**自製飛鏢板，讓學生下課進行飛鏢比賽，並體驗原子模型的轉變。飛鏢板設計為一面不容易射中，只有正中間可以射，射中是 50 分，代表湯木生；另一面則較容易射中，射中綠點是 10 分，沒有射中是 1 分，正中間可以藏硬幣，打到會反彈回去，模擬拉塞福在做的事（如下兩張圖）。
- ◆ 「談湯木生跟拉塞福，就是讓學生射飛鏢，如果程度比較好，可以引導，我們先不講破，讓他想怎麼去驗證湯木生跟拉塞福講的道理是對還是不對，然後你怎麼去設計一個實驗去驗證，ok，也可以直接玩，就延伸這個概念，為什麼可以證明原子裡面有個核心之類的...」
- ◆ 「我跟你講，你放一個硬幣，他就射進去可是會彈出來，讓它們去想，這個跟那個，你射到的那個一定是什麼樣的東西，為什麼它打不進去會彈出來，是不是代表它是有不一樣，那就是拉塞福他本來覺得它應該是可以刺進去，但是卻發現如果有撞到是一定彈出來...」



附錄三 各階段描述性統計結果**附錄四 各階段創新性及適切性教學想法高分組之對話元素次數****附錄五 各階段教學想法之曼－惠特尼 U 考驗結果**

因篇幅限制，以上三個附錄將長期置於雲端空間，網址為 <https://reurl.cc/XQye7>

Bulletin of Educational Psychology, 2019, 51(1), 109-134

National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

Exploring the Process of Generating Group Creativity within a Science Teacher Group

Chia-Yu Liu

Department of Educational
Psychology & Counseling
National Taiwan Normal
University
Institute for Research
Excellence in Learning
Sciences

Wei-Wen Lin

Department of Education
(Master Program of
Educational Innovation and
Evaluation)
National Taipei University of
Education

Chao-Jung Wu

Department of Educational
Psychology & Counseling
National Taiwan Normal
University
Institute for Research
Excellence in Learning
Sciences

Creative teaching is becoming essential in sparking student's interests and enhancing their performances. To improve teaching, teacher learning group is a good way to support teacher competence development. However, few studies have focused on how teachers make effective dialogue and generate creativity with others within a teacher learning group. Thus, we adapted Csikszentmihalyi's systems model to reveal the way of the dialogue within a middle school science teaching group affected the developing process of group creativity. The mixed-method approach was adopted and data from video recordings and semi-structured interview during 2016-2017 were collected. We used constant comparative analysis to analyze the data. First, twenty-eight dialogue elements of group creativity in first order and nine in second order were identified. Next, a serial of Mann-Whitney U tests was conducted to examine the general and unique dialogue elements. After modifying by the interview data, the Interactional Group Creativity Model was constructed. In this model, group members would discuss fluently with the general dialogue elements. Furthermore, group creativity would be promoted with the unique dialogue elements, which are contained in five stages: 1. Goal-oriented context stage: Group members achieve shared understanding in group goals and directions; 2. Expanding stage: Group members demonstrate multiple teaching ideas proposing, alternative solution raising, and teaching resources sharing to broaden the group's thinking and knowledge; 3. Understanding stage: Group members perform illustration seeking, explaining, and feedback to reinforce group's knowledge basis in this stage; 4. Suspending stage: By distracting their attentions temporarily, group members consider more possibilities and developed appropriate ideas; 5. Information elaborating stage: Within the spiral circulation of the two stages, ideas and information are elaborated through contextualization and combination. It is noteworthy that the five stages are nonlinear but circles that might be generated within single or multiple stages. Group creativity developed and elaborated in the spiral circulation between the five stages. Based on the results, relevant empirical and theoretical research have been discussed, and the practical suggestions for scientific teacher groups have also been proposed.

KEY WORDS: Group creativity, Scientific creative teaching, Teacher learning group