

“发现”与“分享”式教学 ——化学“101计划”无机化学课程教学案例介绍

芦昌盛*

南京大学化学化工学院, 南京 210093

摘要: 从化学“101计划”培养人才的宗旨和中心任务出发, 将“教师关注”原理嵌入混合式教学活动当中, 发展出“发现-分享”相匹配的教学模式; 并结合南京大学化学强基新生班的两个无机化学教学研讨课案例, 详细介绍了该模式的教学实施环节和总体效果。实践表明, 对于化学“强基计划”新生, “发现-分享”教学模式能够取得良好的教学效果。

关键词: 化学“101计划”; 教师关注; 发现式学习; 分享式教学; 混合式教学

中图分类号: G64; O6

Discovering-and-Sharing Model: a Case of the Inorganic Chemistry Course in the Chemistry “101 Plan”

Changsheng Lu *

School of Chemistry and Chemical Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China.

Abstract: This paper, grounded in the objectives and core tasks of the Chemistry “101 Plan”, develops a “discover-and-share” teaching model that integrates the educational principle of “teacher concerns” into a blended teaching approach. The model was applied to the inorganic chemistry course for freshmen in the Strengthening Basic Disciplines Program at Nanjing University. This paper presents two seminar cases from this model, detailing the implementation steps and overall outcomes. The practice demonstrates that the “discover-and-share” teaching model achieves positive results for freshmen in the Strengthening Basic Disciplines Program.

Key Words: Chemistry “101 Plan”; Teacher concern; Learning by discovery; Teaching by sharing; Blended teaching

1 前言

“101计划”(教育部本科教育教学改革试点计划)旨在计算机、数学、物理学、化学、生物科学等相关基础学科领域, 建设一批一流的核心课程、核心教材、核心实践项目和核心师资队伍, 提升基础学科要素建设水平和人才培养质量。2023年4月27日, 化学“101计划”启动会在北京召开, 目标是以化学学科专业教学改革为突破口和试验区, 探索化学领域人才培养的新理念、新内容、新方法, 引领带动高校化学人才培养质量的整体提升。

目前, 高校在课堂教学和人才培养过程中引入了众多在线教学新技术和新模式(例如, 慕课、微课、网课、翻转课堂等); 其中, 线上-线下混合的教学模式被广泛采用。结合“101计划”的宗旨,

收稿: 2024-08-10; 录用: 2024-09-10; 网络发表: 2024-09-20

*通讯作者, Email: luchsh@nju.edu.cn

基金资助: 教育部化学“101”计划——无机化学课程建设项目; 教育部第三批虚拟教研室建设试点——“101”计划无机化学课程虚拟教研室

如何在特定层次教学对象(化学“拔尖计划”和“强基计划”新生)当中开展具有创新性和挑战性的无机化学混合式课程教学,并培养出具有独立思想和逻辑能力的发散型人才,是个值得探索和尝试的教改课题^[1]。从学生学习的角度进行观察和客观统计(例如各种结果性评价)我们不难发现,即便是面对同样的教学模式、方法与资源、师资、教学课堂和情境设计,不同的学生仍然表现出非常大的收效差异性,这是长期以来教学过程当中存在的“痛点”问题之一,也是我们在推进“101计划”课堂提升活动时迫切想要解决的难点。

2 以“教师关注”为核心的教学设计

在化学“强基计划”新生的无机化学课程教学实践中,笔者从“教师发展阶段理论”^[2-5]和“教师关注”原理^[6]得到启发,站在学生学习体验和情感发展角度,以“教师关注”为核心进行教学设计,尝试了一种解决学生(人才培养)痛点问题的新思路:期望以提高学生的学习自尊、自信、自主能力为切入点,提升学生的“元认知”水平,并最终提高他们的学习成效。

将“教师关注”作为教学理念核心,意味着让尽可能多的学生在教学活动当中感受到教师的教学关注(聚焦学习者的学习状态)和对象关注(聚焦学习者本身),从而给予学生以情感关怀与精神激励,并最终转化为“点燃”学生内心活动的关键催化剂。为此,笔者发展并采用了“发现式学习”和“分享式教学”的配套模式,力图凸显“教师关注”对教学活动的“点睛”作用。

2.1 学生和学习端:发现式学习

“化学发现”是本课程教学理念和模式的出发点。“发现式学习”,是在1-2个章节教学任务结束后布置给学生的任务,要求他们就线下课堂和线上微课(或慕课)所讲授的知识体系和范畴进行进一步探索,或者结合课件、书本、授课内容进行一定的挑战型学习,并将学习活动的结果以两个以上的“发现”进行提交;鼓励学生揣摩及排查授课当中显露的错漏、歧义,强调学生的发散联想、自主思考、推演与结论,重点落在学生的个人“发现”,也就是学习的直接体验和知识的“再创造”。该任务的宗旨,是在挖掘和提升学生自主学习能力的同时,激发和培育学生独立探索的旨趣和情感,逐步养成学生对化学事件和学科前沿的信息把握、价值评估以及逻辑判断。同时,“化学发现”任务的后续具体完成形式非常重要,是实现“以学生为中心”的教学理念和凸显“教师关注”教学原理的关键性要素。

“发现式学习”的教学目标如下:(1) 促进学生进行主动学习,变“被动接受”为“主动发现”相关学习信息;(2) 引导学生进行“侪辈学习”,变“单向接收”为“批判分享”化学认知;(3) 激发学生进行“元认知学习”,不仅提升化学认知水平,而且提升自我认知水平并形成学习内驱力。除此之外,“化学发现”教学模式还可以提供对学生的“过程性评价”,以及提升教师自身的教学掌控和专业学术能力(与下文“分享式教学”协同)。

2.2 教师和教学端:分享式教学

“化学发现”任务线上提交之后,会先后经历学生互评(线上评阅每人3-4份)和教师点评(线上评阅每一位学生)阶段,由学生和教师分别提出建议或者发表意见(教师的建议更加具体和深入),提交者可以在线上看到自己的任务被评阅情况。

“分享式教学”指的是,经过预先汇总学生的“化学发现”并进行专业分析、学术归纳和主题提炼,教师在线下课堂进行公开讲评;除了评判学生“化学发现”的逻辑性、合理性、创造性,更多地是展示(尽可能多)学生的创作性、多样性和自主性,而于其中凸显“教师关注”,即让学生明确感受到教师对他们的学习成果和其本人学习活动的重视,从学生“元认知”学习心理和情感体验两方面对他们进行支撑和鼓励,激发学生的学习获得感和自信心,以及自主学习动力与能力(图1)。

“化学发现”的课堂分享模式,不同于普通的教学内容研讨课(没有预设讨论主题和边界,以及教师和学生的角色),也不是习题课(并非是对学生某些错误和不足的点评),而是经过教师预先细致研读学生“发现”和分类归纳之后的多样性展示;教师居于“评话人”的角色对学生的视野、推理

与结论进行一定节奏和详略的呈现，并将教师自己也作为具有一定思维模式和倾向的研读者代入学习过程进行展示；包括展示教师在研读学生“化学发现”过程中的共情、欣赏、疑惑、反思、不足、错误，甚至是“无知”。目的是让学生见证教师和前辈“如何学习”的过程，并于其中“学会学习”；在情感和价值层面(而不是停留在知识载体)，激发起学生的自尊心、成就感、求知欲和进取心。学生的“原创作品”(化学发现)、教师“读后感”(评阅意见和思维建议)，以及多样性展示(课堂呈现)，是“发现-分享式”课堂教学模式成功的三要素。

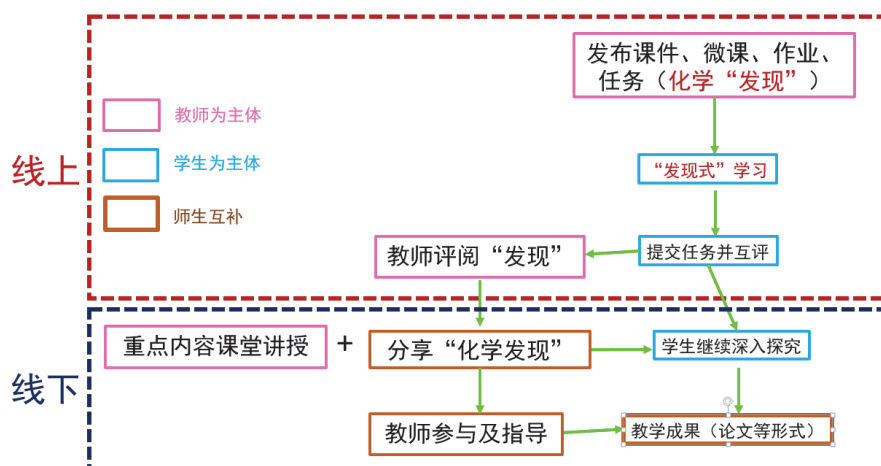


图1 “发现-分享”混合教学模式

此外，将学生们的“化学发现”进行课堂分享，可以引领他们走到教学“舞台”中心，形成新型的师生关系，构建“教-学共同体”协同创作的“分享式教学”模式；不但有利于转变教学理念，真正做到“以学生和学习为中心”，而且有利于转变学习理念，提升学生“为未来而学”——“元认知”的能力，即学生对自己学习和认知过程的反思、反馈和执行能力。同时，“发现式教学”模式还可以改变学生原本以继承“间接经验”为主的学习习惯，转而逐渐吸纳与提升学习的“直接经验”和蕴含其中的创作感与创造性。

2.3 教学活动案例

以下两个教学案例中的授课对象均为南京大学2023级化学强基班的新生，他们具有一定的化学竞赛基础或接受过相关培训，对化学模型和基本理论有较为全面和一定深度的认知。针对教学班学生的知识储备、认知水平和学习习惯，采用他们较为熟悉的教学模式和节奏进行章节知识传授和能力提升，将事半功倍(教学内容与他们已有认知状况重叠度大、挑战度小)，不利于学生学习能力和“元认知”水平的提高。因此，有必要采用挑战度更高、依据教育学原理而构建的新教学模式，来组织教学活动以及培育学生的高阶学习能力。

在该班级的授课当中，笔者采用了线上-线下混合教学模式，出发点如下：(1) 改变传统课堂教学中知识体系传递的“物流”方式，即从仅有“定时”“定点”面授传输，到兼有“自主时段”“自主场所”下的个性化学习；从“以教师教学为中心”到兼顾“以学生学习为中心”。(2) 改变仅以测验和考试为主的“结果性评价”方式，引入和强化对学生的“形成性评价”和“过程性评价”。

面向该班级的课程内容线上资源建设完备可用，包括慕课《化学的基石——原子与分子》(中国大学MOOC网<https://www.icourse163.org/home.htm?userId=1414939434#/home/course>)、南京大学自主开发的教学辅助平台——教学立方系统，以及笔者自行制作的微课等。

在讲授教学内容时，线上资源呈现化学事实、性质和基本理论，要求学生在理解和掌握知识点当中发现规律、结论、问题及线索；线下课堂则通过与学生进行教学分享，把教师对化学理论和具体案例的分析、解构和推理，与学生通过自学发现的化学疑问进行交流与互补，以期达成“发现式”

学习的目的, 促进学生在不断地“发现问题”和“解决问题”的循环当中自主构建化学理论和知识体系, 并熟练掌握运用化学原理分析和解决客观化学事件的能力。

以下案例研讨课, 均包含 $(\chi + 1)$ 个学时(其中线下课堂1学时): 围绕课次主题, “发现-分享”式教学活动期望达成作用于学生的能力、情感和价值观目标包括:

(1) 在理解教学内容和目标的基础上, 培养学生建立化学模型并进行推演的思路与习惯; 在个人“发现”的具体问题情境中, 形成一定的化学逻辑推理、判断和评价能力, 并以适当的化学语言进行创作和准确表述;

(2) 促进学生在“教师关注”的情境中体验个人“化学发现”的创作感和收获感, 并学会对他人的评价作出辨析、反驳或接受。

案例1 在讲授“碳族”与“氮族”元素化学内容时, 笔者利用线上微课形式介绍章节“知识点”(单质和化合物的基本物理化学性质), 并在线下课堂上归纳和总结关键的化学模型与“知识线”(代表性化合物的结构特征及相关性质; 以物化参数或者化学反应性串联、归纳的化合物“群”); 然后再利用研讨课的形式进行以上章节“化学发现”的集中评讲和展示, 借以拓展学生的逻辑思维深度和“知识面”(见表1)。

该化学强基班共有34人, 在线下课堂研讨中, 教师展示了其中18名学生的“发现”(表1), 占比约53%。从提交的“化学发现”任务汇总来看, 学生们的主要疑问来自于化合物结构、成键情况与外在物理化学性质之间的关系。例如, “叠氮酸结构中N—N—N的键角为什么是 171° 而不是 180° , 除了分子轨道理论计算还有什么解释方法? 有没有比较直观的解释?”和“对于cis-和trans-N₂F₂来说, 为什么前者的稳定性大于后者?”等。因此, 相关“发现”被凝练、收纳进“发现1”, 整合10位同学的任务进行了重点展示(见表1)。

表1 碳族与氮族元素“化学发现”研讨课执行过程

教学环节	教学内容及方式
课前准备(约10天)	包含以下步骤: 1. 碳族与氧族元素化学章节“化学发现”任务发布(本课次之前10天) 2. 学生互评(提前7天布置, 完成时间约3天) 3. 教师评阅并反馈(提前1-2天完成, 用时2-4天) 4. 教师汇总学生们的“发现”并进行筛选、适度整合与凝练(包括调研网络信息、文献、前沿进展、甚至“名家”动态等), 制作课堂研讨课件(提前1-2天完成) 5. 选择课堂展示方式与策划教学活动过程等(备课阶段完成)
“发现”1: 相关化合物分子结构的讨论(展示10位学生的“发现”, 约30 min)	通过对叠氮酸及其阴离子结构的讨论和比较, 将价键理论和分子轨道理论处理分子结构与成键问题的模式进行延伸、拓展, 启发学生考虑孤对电子填入分子反键轨道的形式与结果 接下来, 利用学生“发现”当中的多种分子结构及性质综合比较(包括N ₂ F ₂ 、N ₂ F ₄ 、N ₂ H ₄ 、P ₂ H ₄ 、H ₂ O ₄ 、O ₂ F ₂ 等), 进一步展示、推演典型结构当中电子对与反键轨道作用的强弱及对分子成键性质的可能影响 对学生“发现”的多磷阴离子、全碳环分子, 展现关注的同时, 对它们的成键与反键轨道能级差提出疑问, 并诱导学生继续考虑随之可能引发的颜色、性质等相关问题 硅烯分子结构的“化学发现”, 对与碳原子不同的成键模式是很好的补充; 表达欣赏之余, 启发学生考虑利用亚稳态分子实现特殊的物理化学性质, 拓展学生们比较熟悉的碳族化学“余味”
“发现”2: 化合物反应性案例(展示5位学生的“发现”, 约15 min)	通过学生的“发现”, 补充硅化合物在有机化学当中应用实例, 并拓展到有机“人名反应”当中的硅化合物 无机小分子活化(在酸碱化学章节曾经介绍了H ₂ 和CO ₂ 的活化)是科学研究和化学产业的热门领域之一; 利用学生的学习兴趣并结合绿色化学原理, 介绍学生的“发现”——白磷的直接活化。在探讨白磷活化技术路线(环化反应)的化学键原理之余, 启发学生探讨其他反应类型的可能性

(待续)

(续表1)

教学环节	教学内容及方式
“发现” 3: 化合物的跨学科应用(展示3位学生的“发现”, 约5 min)	元素化学当中有不少篇幅与生命、材料等其他学科领域密切相关, 但在现用教材和课堂上往往因为时间有限, 无法给予学生足够引导和教学支撑。通过学生的个别“发现”进行案例式讲解和评价, 是一种有效、可行的教学手段 学生对氮元素在不同物种中的代谢产物形式进行了检索并汇报其“发现”, 清晰展示了化学性质与物种生存状态及环境的匹配结果。土壤中磷和砷元素的污染及对微生物和植物的影响、氮化镓制备过程当中的工艺控制, 这些案例中的化学内容和事件都可以用来展示学生的跨界视野和价值判断
课后评价及持续性关注	包含以下内容: 1. 将每位学生在不同章节提交的“化学发现”(每学期约4-6个)进行装订汇集 2. 为每位学生编写学案, 生成综合的“形成性评价”(每学期一次) 3. 对于个别有意义的“化学发现”, 与学生保持深入沟通及探讨, 形成一定的文本资料(可用于发表, 或者后续参考; 不定人数与工作时间) 4. 在必要时, 与学生单独线下沟通, 讨论专业发展建议(可选项; 不定人数与工作时间)

案例2 在讲授“配位化合物”章节时, 教师仍然使用线上微课对配合物基本概念和理论进行铺陈, 细致讲授配合物的结构特点和成键理论(价键理论、晶体场理论); 再利用线下研讨课的形式进行配合物“化学发现”的多样性展示, 拓展配合物结构和成键理论的范围及应用。该课次研讨中, 教师展示了27名学生的“发现”(表2), 占比约80%。在本次“发现”当中, 代表性的“发现”大多围绕配位化学概念和晶体场理论而延伸; 因此, 课堂展示环节中, 笔者将主要节段用于其中19位学生的“作品”。

表2 配位化合物“化学发现”研讨课执行过程

教学环节	教学内容及方式
课前准备	略, 与表1类似
“发现” 1: 配位化学概念的延伸(展示12位学生的“发现”, 约30 min)	通过对“大环效应”和“内外轨型配合物及价键理论”等与教学章节高度相关内容拓展逐渐延伸, 过渡到“碳原子中心配合物”“ σ -键配体”“双键做桥基配体”等具有适当挑战度的认知对象和领域。利用网络信息资源(郑州大学陈学年教授课题组网页, 摘录介绍“B-H键作配体”的图示)以及文献调研结果(《大学化学》某文关于超价化合物讨论及其轨道分布量化计算 ^[7])进一步深化或者对照学生个人的“发现”, 加强对这些学生探索行为的启发、诱导和升华 同时, 对学生“发现”当中有后续课程解读的“等瓣相似原理”“群论”“配合物异构体命名”“金属多重键”等内容进行适度就简提点, 保留余味并指示研读方向
“发现” 2: 晶体场模型的拓展(展示7位学生的“发现”, 约10 min)	通过学生的“发现”, 补充“Jahn-Teller效应”的化学实例; 借“同学之口”并结合动力学原理细述前次课堂上简述的“配合物取代反应的反位效应”等 晶体场模型是本章重点, 但是类型介绍主要涉及对称性较高的“八面体型”“四面体型”以及“平面四方型”。利用学生的学习兴趣和“三配位”配合物晶体场的“发现”, 重点拓展了对称性较低的“三角型”晶体场中轨道分布和能级分裂状况的推演
“发现” 3: 配合物的反应及应用(展示8位学生的“发现”, 约10 min)	配合物发生的配体取代及电子传递等反应, 不是线下课堂讲解重点; 学生“发现”当中述及“解离机理”“缔合机理”“内球机理”“外球机理”等, 是很好的补充, 不但避免了讲授时的平淡, 而且增强了学生的学习获得感和自尊心 配合物在催化领域有重要用途, 通过“学生之眼”以专题小作或篇幅较大的“准学术论文”的形式来展示, 既是对学生辛勤劳动、自主学习的充分肯定, 也促进了其他学生抬升自己的学习目标和志趣。对于新生来说, 这部分“发现”的难度很大, 仅用几分钟时间进行展示, 以使们获得(对)“同窗”的关注
课后评价及持续性关注	略, 与表1类似

每学期结束后,笔者会逐个为每一位学生汇总其在各章节任务提交的“化学发现”,并加上详细的学期综合建议,给予每位学生“形成性评价”;同时,编制学生个人的“学习档案”(增加线上学习信息和其他“特殊”作业)并反馈给学生本人,以便有效地对学生整个学期学习行为和结果进行客观评价(撰写学案的工作通常要延续到假期当中)。

因此,“发现-分享”教学模式在线下课堂实现之前和之后,有大量细致的分析、调研、判断、评价、归纳、综合的教学环节需要顺序展开和完成,甚至延续至学期结束之后;对集中于课堂呈现的课次和课时而言,单独抽取出来看,难度较大而可复制性较弱,对教师和学生两方面的实际要求都比较高(目前适合基础较好的“化学拔尖”或者“化学强基”类学生班级,以及匹配具有一定教龄和教学智慧的教师)。

3 结语

在笔者教学过程中,主动嵌入了教育学的“教师关注”内核进行课程设计,发展出“发现式学习”和“分享式教学”的匹配模块,从“以学生和学习为中心”的角度突出“教师教学意识”对学生学习和元认知水平提升的点睛作用,取得了良好教学效果;不但在知识和能力层面上使学生有收获、有进步,而且在学生的学习情感体验、创作欲望以及分享价值等方面产生了众多影响,有效促进了大一学生体验“基于自尊心的学习”和“学会学习”。同时,在教学实践中构建了新型的师生关系,促进教师提升自身的综合教学能力与临场教学智慧。

从世界范围看,智能制造为特征的工业4.0时代来临为高等教育带来新的挑战和机遇,已经有研究者对这一背景下的学生学习状态进行了描摹和构想。例如,“学习可以随时随地进行;学习可以个性化进行;学生可以选择要如何进行学习;学生将接受更多基于项目的学习;对学生的评估会有所不同;在设计和更新课程时将考虑学生的意见;主要的学习责任从教师转移到学习者”等^[8]。对比这样的教育图景预测以及化学“101计划”的宏大构想,本文所述的教学改革只是刚刚起步和正在路上。

笔者利用设计的“发现-分享”教学模式已经进行了3个学期的教学实践(大致对应化学“101计划”自启动以来的3个教学周期),虽然显著活跃了课堂环境和学生学习状态,然而在量化评估方面却难以给出明确数据(和以往未使用此模式的学期进行比较)。但是,笔者可以观察到学生在学习过程中自主性和创作欲望的明显提升;例如,学生将师生深入研讨的结果以正式教学论文的形式进行发表^[9]。因此,该教学模式仍需持续改进和不断评估效果。

致谢: 本文采写的两个教学案例当中,分享了来自南京大学2023级化学强基计划班众多同学的“化学发现”,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 项聪,陈小平,卢开聪. 中国大学教学, 2021, No. 1-2, 93.
- [2] 姜勇,阎水金. 上海教育科研, 2006, No. 7, 9.
- [3] 李丹杨,吴颖康,鲍建生,蔡金法. 全球教育展望, 2022, 52 (3), 94.
- [4] 张世义. 上海教育科研, 2010, No. 11, 23.
- [5] 尹弘飏. 比较教育研究, 2004, No. 8, 38.
- [6] 余闻婧. 上海教育科研, 2011, No. 6, 61.
- [7] 李蕊,张嘉宇,李安阳. 大学化学, 2024, 39 (2), 392.
- [8] 鄂大光,李文. 华东师范大学学报(教育科学版), 2020, No. 7, 1.
- [9] 田林翰,芦昌盛. 大学化学, 2024, 39 (8), 395.