馆校结合促跨学科融合实现科学教育“加法”

王 澎

【摘要】习近平总书记在中共中央政治局第三次集体学习时强调，要在教育“双减”中做好科学教育加法。特别是2022年4月，教育部印发了新修订的义务教育课程方案和课程标准（2022年版），其中提到要设立“跨学科主题学习活动”。科技场馆作为重要的校外科学教育场所，“馆校结合”成为利用科普资源助推“双减”、落实新课程标准要求的有效路径和新的生长点。

【关键词】馆校合作 跨学科融合 科学教育“加法”

一、馆校合作促跨学科融合做好科学教育加法

馆校合作是博物馆与学校合作的简称。从场馆的角度，馆校合作是促进场馆教育职能充分发挥的重要方式；从学校的角度，馆校合作为学校提供了丰富、真实可见的教育资源，以及情境式、体验式的学习场景；二者通过合作实现教育的最终目标。

“跨学科”（interdisciplinary）一词最早出现在20世纪20年代的美国，最初是指具有不同学科背景学者之间开展的合作性研究，后来则强调学科间的综合运用，以实现复杂问题的解决。关于跨学科学习（interdisciplinary learning），美国哈佛大学教育研究生院“零点计划跨学科与全球研究项目”（Project Zero）首席研究员、国际文凭组织《中学项目跨学科教学与学习指南》的主要执笔者博伊克斯·曼西利亚（V. Boix Mansilla）教授在综合前人“跨学科”研究的基础上提出，跨学科学习是指学习者整合两门或两门以上学科的概念、理论、思想、方法或发现，实现单一学科不能达成的目的，如解决问题、作出假设、创造产品或解释现象等，以促进跨学科理解的过程。跨学科主题学习进一步兼顾教学视角的“跨学科性”与教学模式的“主题统筹性”，在坚持学科立场的基础上打破学科界限，围绕特定主题将两门及以上学科的内容进行整合，以中心主题统筹教学目的、内容、资源、方式及评价等要素，通过问题导向的整体性设计与实施，促进学生在意义建构中实现全面发展。

2023年2月，习近平总书记强调：“要在教育‘双减’中做好科学教育加法，激发青少年好奇心、想象力、探求欲，培育具备科学家潜质、愿意献身科学研究事业的青少年群体。”中小学科学教育肩负着培养青少年科学兴趣、树立科学志向的重要使命，对创新人才培育具有根基性作用。

基于以上分析，馆校结合利于学生多学科和跨学科的探究式学习和实践的教学方式，可以补充和完善课内所学的学科内容，全面发展学生的核心素养。切实

助力“双减”落地见效，做好科学教育加法。

（一）馆校合作在跨学科融合中协同育人

2022 年修订的义务教育课程标准描绘了我国未来义务教育阶段育人蓝图：一是注重培育学生终身发展和适应社会发展所需要的核心素养，特别是真实情境中解决问题的能力，在核心素养导向下设立课程目标，遴选课程内容。二是通过主题、项目、任务等形式整合课程内容，加强与现实生活、社会实践的联系，摆脱单一追求学科知识的窠臼。三是突出实践育人，强调知行合一，注重引导学生参与学科探究活动，开展跨学科实践，以学科实践为支点，撬动传统育人体系，构建以实践为中心的新型育人方式。

新课标的一项重要变革是以主题、项目、任务等结构化方式来组织学科课程内容，学习活动的综合性、实践性将得到显著提高。这种课程组织实施方式是当今世界主流教学培养模式。这种模式不是需要单独开设一门综合实践课，而是学科的学习内容和学习方式都要向着经历发现问题、解决问题、建构知识、运用知识的过程转变，构建学生能力培养体系。校内外科学教育融合协作是实现改革突破的一个支点。落实国家课程标准，让以科学素养培养为核心的科学教育落地，需要更多以科学素养提升为导向的高质量的校外科普教育资源和服务体系高效能融入育人体系之中，与学校共同做好“加法”。在融合协作育人的过程中，校外科普教育同样需要供给侧改革，以立德树人为根本任务，以国家课程标准为导向，培养塑造学生真实的能力、品格和价值观，发挥校外教育的特色与优势，为中小学生提供更深入、更个性化、系列化、分层级的学习资源。

（二）馆校合作让学科“跨”起来，做好科学教育“加法”

2023 年 2 月，习近平总书记在主持中共中央政治局第三次集体学习时要求：“在‘双减’中做好科学教育加法，培育具备科学家潜质、愿意献身科学研究事业的青少年群体。”“加法”就是育人模式进行根本性变革，科学教育“加法”还需要充分利用校外科技资源。

实现科学教育“加法”离不开跨学科主题学习，跨学科学习应加强课程内容与学生经验、社会生活的联系，强化学科内知识整合，这就意味着在真正的跨学科项目化学习中，不同学科不是简单地围绕着一个主题排列，更不是随意杂乱地被堆砌在一起。而是通过问题、概念、成果联系在一起的，由此学生能够对正在学习的项目产生新的、更深入的、更整合性的理解。

学校逐步意识到单纯依靠学校的正式教育已经不能满足学生综合学习的需求，应该充分利用科技馆丰富的馆内教育资源和独特的场所优势。加强馆校合作，从而促进学生的全面发展。本文将从如何通过馆校合作促跨学科融合实现科学教育加法。

二、馆校合作促跨学科融合的途径

（一）学科融合资源共享

博物馆教育通常具有社会交互性强、自发选择、具有情境性等特点，相比之下，学校教育具有较强的系统性、组织严密性、形式稳定性等特点。因此，可以通过博物馆教育与学校教学相结合的机制建设，将博物馆与学校教学有机结合、取长补短，提升教学质量。

以《植物传播种子》一课为例，一般在学校教学时，教师有可能找到苍耳、椰子等植物的种子，给学生播放一些植物传播种子的视频，学生自主性不好实现。而我们在自然博物馆的《博物馆箱子》整合教学实践活动中，开展了主题为“不会动的植物怎么传播自己的种子的呢？让植物到其他地方生根发芽的呢？”的跨学科实践活动解决在学校教学遇到的问题。

自然博物馆二层植物世界的种子散播展厅场馆资源介绍：本展厅中的展品分为两部分——标本展示和视频展示。

其中展品的展示主要是：介绍了植物传播种子的不同传播方式，并配有标本展示。从本展厅的介绍中我们既可以了解植物传播种子的方式，如靠水传播种子的植物有椰子等；靠动物传播种子的植物有鬼针草等；靠风传播种子的植物有蒲公英等，同时我们也能感受到植物之所以有不同的传播方式是它们的结构与功能相适应的，并与它们的生活环境密切联系的。视频展示主要是：通过形象生动的视频展示植物传播种子的不同传播方式。

学生先从博物馆箱中选取了苍耳，“苍耳是如何传播种子的呢？”学生发表看法后，提出问题“其他植物又是怎样传播种子的呢？”确定了研究主题后，教师在苍耳的基础上又选了有代表性、学生也比较熟悉的四种植物，分别是莲、椰子、蒲公英、大豆。本次研究活动就以这五种植物为主开展研究活动。

第一个环节（iBooks）引导学生看到植物所处的不同环境，如山地、大海、池塘等。这五种植物生活在什么样的环境中？学生根据已有知识和展品介绍，找到五种植物的生活环境。由此思考植物为什么生活在不同的环境中呢？

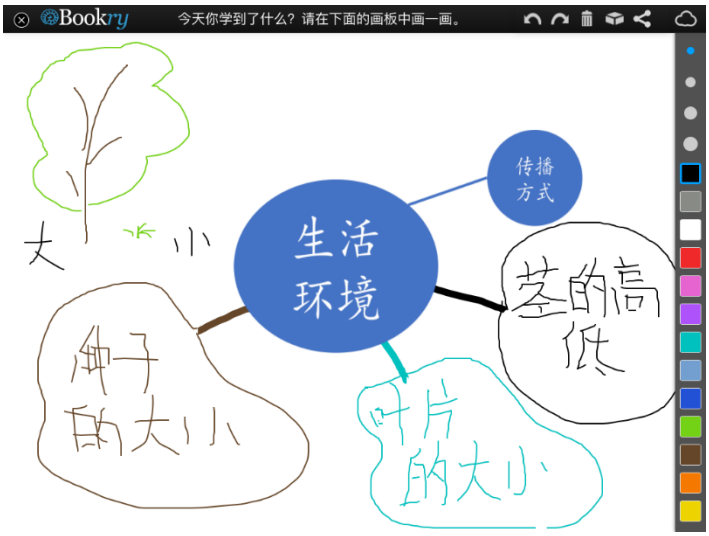
第二个环节（iBooks）学生在认识到植物生活在不同环境中，想到植物必有它独特的结构，才能适应环境。学生以自己喜欢的图文形式记录五种植物果实或种子的特点。（学生遇到问题可以通过看展品介绍和上网搜索）

第三个环节是在前面学习的基础上，根据四种不同的传播方式，找到每种传播方式的植物及其结构特征。学生结合展品介绍和 iBooks 中的视频资源完成学习任务。

第四个环节是拓展，从生活环境影响植物传播种子的方式以外，了解环境还影响植物哪些其他的生长特点。学生会结合已有知识，想到植物的六大器官：根、

茎、叶、花、果实、种子等，发散到这些器官的哪些特点与生活环境有关。

学生结合博物馆展品，在完成馆校结合的跨学科主题植物传播种子活动时，用到生物、信息、数学、语文、美术等跨学科的研究活动，结合真实的植物种子结构特征进行分析，应用电子教材，结合网络资源，在 iPad 上完成个性化的学习体验单。通过这种形式的学习体验活动，学生进一步认识到植物以不同方式传播种子是为了生命的延续，种子的形态和结构要适应它的生活环境。（见下图）



由此可见，跨学科主题学习更需要强调课程内容与学生经验、社会生活的联系，强化学科之间的课程整合。尤其是要从简单的跨学科知识技能拼盘，转向问题解决的跨学科知识技能整合和价值关切，重视培养学生在真实情境中综合运用相关学科知识解决问题的能力，培养学生整体的世界观，促进完整的人的发展。

（二）主题研究 跨学科融合

基于学科立场的跨学科学习，只有学好学科基本知识，才能为跨学科育人提供发展基础。首先，学生对已有学科知识的掌握理解，会直接影响跨学科学习效果。学生在掌握已有学科知识结构、研究范式和价值观念的基础上才能逐渐逼近学科的内核与本质。只有学生真正掌握了学科基质（disciplinary matrix），在解决复杂问题时才有可能进行迁移、运用和整合，跨学科学习才会真正发生。

如下面这个馆校结合的跨学科活动：请你选择材料，设计一个齿轮传动玩具。如果想加快齿轮转动的速度，你应该怎么做呢？材料有链条、齿轮（直径不同的齿轮若干）、支架、底座。学生完成这个大的设计任务先学习两个子任务。

主题 1：认识差速齿轮转动的特点，学生走进中国科技馆的华夏之光展厅中的差速齿轮装置，请你转动主轮，观察两侧轮胎运动。转动主轮同时，按住一侧轮胎，观察装置内部齿轮运动情况。课程设计从分析差速齿轮的运动特点，引导学生进一步分析皮带传动、链条传动、齿轮传动这三种传动方式的特点，并在展厅中找这三种传动方式应用到哪些机器中？拓展到还有哪些传动方式，在生活中应用到什么地方？在此基础上，给学生两个生活实例去分析。如果在钟表中用链条传动，在自行车中用齿轮传动，让学生判断可行性，并分析原因，检验学生对这两种传动特点的理解。将所学应用到生活中，提高学生的动手动脑的能力。

主题 2：汽车变速箱中的齿轮传动是如何传动的？生活中齿轮主要是用来传递动力，齿轮传动是靠齿与齿的啮合进行工作的，即一对齿轮相互啮合将动力由甲轴传送给乙轴，以完成动力传递。生活中有很多地方都用到了齿轮传动原理。

如汽车变速箱：每个档位都有不同传动比，相当于小齿轮与大齿轮的啮合能产生不同的转速，低速行驶时用低传动比（3 档及以下），大轴转速低于发动机转速，可获得更大的驱动力，高速时用高传动比（4 档及以上），大轴转速高于发动机转速，降低牵引力获得更高速度，切档位即选择不同尺寸的齿轮和大轴的齿轮啮合。

学生在主题 1 和主题 2 研究下，学生认识了齿轮传动的特点，并学以致用完成设计小车时就会综合考虑齿轮如何搭配才能使齿轮传动使小车运动起来，以下是学生分析过程：

老师出示两组齿轮，它们的齿数分别是 30：60，30：90，齿数和直径比分别为 1：2，1：3。

请一位同学转动 1：2 的这组齿轮中的大齿轮，请其他同学仔细观察两个齿轮的标记开始处，当大齿轮转动一圈时，小齿轮转动了几圈？学生回答是两圈。

由此得出学生得出在一定时间内，小齿轮的转动圈数是大齿轮的两倍，转速也是两倍。大齿轮是主动轮，小齿轮是从动轮，这两个齿轮的传动比是 1：2。

下面我们再观察 30：90 的这组齿轮。同样请一位同学来转动大齿轮，其他同学观察小齿轮。

学生：大齿轮转动一圈，小齿轮转动了 3 圈。

辅：所以，这组齿轮中传动比是 1：3。

通过这两组齿轮可以发现，在模数相同的齿轮组成的传动体系中，传动比是输入转速与输出转速的比值，也是从动轮齿数和主动轮齿数的比值。

下面哪位同学能够来说说惊奇传动和这件展品的原理呢？

学生：展品都是由相同模数的齿轮组成的传动系统。最下面一排齿轮是主动轮，第二和第三排齿轮是从动轮。由于模数相同的情况下，直径和齿数成正比，看到齿轮大小不同就说明它们的齿数都不相同。因此给予主动轮相同的动力，但因为齿数不同，每组齿轮按照不同的传动比传输，最后第三排齿轮的输出转速也各不相同了。

通过以上例子不难看出，利用系统与模型及结构与功能跨学科概念，学生可以对建立齿轮转速模型，进行简化分析模型的功能，通过建立适当简化的齿轮转速模型，进行分析预测齿轮转速的规律。

由此看出，真正的“跨学科学习”是通过建立起学科与学科、学科与生活的内在联系，而促进学生的学科思维与学科理解。同样，基于学科立场的跨学科学习能够产生深层次的学习效果。根据布卢姆（Bloom）的教育目标分类学，传统的学科教学活动偏重于学生对知识的死记硬背，跨学科学习则强调在理解的基础上进行运用、分析和综合等。跨学科学习是在解决真实而复杂的问题中学习不同学科的知识，产生整合性的成果与理解。它既能够实现知识创新，形成“1+1>2”的育人效果，又是一种融知识综合与问题解决为一体的深度学习方式，是素养时代课程整合的重要实施途径。通过不同学科知识的整合运用，学生学习知识的过程即知识使用过程，最终形成可以带得走的素养。最后，基于学科立场的跨学科学习有助于学科走向深入可持续发展。

三、馆校合作促跨学科融合的展望

（一）探索馆校合作促跨学科融合的新思路

学校并非独立存在于社会之中，教育也不只发生在学校这唯一的场合。要推进教育改革，转变教学方式，适当地引入外部资源是很有必要的。博物馆作为重要的社会教育机构，拥有丰富独特的教育资源和鲜明的教育特点，可以弥补学校教育的不足，促进教育事业的变革。博物馆具有实物性和直观性的特点，这是学校教育所缺乏的。博物馆学习是基于真实问题的，在具体情境中开展的，与学习者的经验世界直接相关联，有助于实现知识的迁移。在博物馆里学生观看和触摸各种藏品实物能留下比课堂更深刻的印象。在博物馆的开放空间里，学生可以跨

学科展开实践、讨论、表演等，体验自由的社会化学习方式，激发学习兴趣，培养探究问题的能力。

（二）馆校结合促跨学科，在问题解决过程中培育学生科学素养。

跨学科立场也意味着几乎所有的跨学科学习都会需要、也会培育学生 21 世纪技能/学习素养，如合作、沟通、创造性思维和批判性思维等。这些通用素养伴随跨学科学习，涉及跨学科问题的解决、不同学科视角的批判性融合。跨学科学习也带有创造性，需要学生在各个学科中进行知识的链接、转换与再创造。越复杂的跨学科学习，如跨学科项目化学习，越需要学生进行沟通、交流，进行模拟专家团队的论争、分析及团队合作，对学生这些素养的要求越高。

“众智谋事必明，众力举事必成”，跨学科学习需要馆校教师之间协同合作。除此之外，如何充分利用场馆资源，研发出高质量的课程与活动，激发儿童青少年的好奇心和想象力，是博物馆与学校的教育者需要深思熟虑的问题。同时，硬件的建设日新月异，如何提升博物馆中教育者和教师跨学科设计的专业水准？如何帮助更多的学校教师将博物馆中的资源与学校的课程内容和教学策略相连接？这些问题都亟待解决，也正是我们共同研究的方向。

参考文献

[1]. 海伦·迈耶，阿南特·库克雷蒂，德博拉·利贝里，朱莉·施泰姆勒 [M]. 外语教学与研究出版社 2022（26,28）

[2]. 2022 年版义务教育科学课程标准 北京师范大学出版社, 2022 (4,5)

[3]. 夏雪梅 跨学科素养与儿童学习真实情景中的建构 [J]. 2017(11,18)

[4]. 高云峰 教师如何用好跨学科概念，让学生形成跨学科能力？[J]. 2023(11,18)

（作者单位：北京市东城区和平里第九小学）