

科技教育辅助跨学科 STEAM（科学、技术、工程、艺术、数学）课程整合

Technology Education as a Facilitator for Interdisciplinary Integration of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) Curriculum

黄嘉伟¹, 江文其²

^{1,2} 乐善堂余近卿中学

wongkw@ykh.edu.hk, kongmk@ykh.edu.hk

【摘要】 鉴于 STEAM、科技和通用科技教育的推广，以及缺乏高质量和最新的科技教育教科书，本项目创建了全面的水产养殖技术教材，以加强学生的跨学科学习。此举将促进对生物学、植物学和生物科学相互联系的理解。学生将通过使用激光切割机等工具来建造鱼缸和花盆，获得工程实践经验。数学技能将应用于设计过程，以确保精确性和功能性。课程的核心是技术能力，学生将学习集成传感器和伺服器来构建自动化和物联网连接的水产养殖系统。此外，他们还将使用数据分析来探索水温和光照等环境变化对生态系统的影响，从而深入了解生命系统的动态。项目完成后，我们预计将有一套全面的水产养殖技术教材。总体而言，教学人员和学生利益相关者都对教材持积极态度。这些资源将旨在促进跨学科学习和 STEAM（科学、技术、工程、艺术、数学）课程框架内的融合。此外，这些材料将经过修改并作为开源教育资源提交给优质教育基金，从而为香港 STEAM 教育的支持和发展做出贡献，并在学习与教学博览会上用于内地教育分享。我们期望这些材料不仅能提高学生对 STEAM 相关课程的兴趣，还能强调 STEAM 在日常生活中的实际重要性和应用。长远来看，未来将准备视频和更多电子学习材料，以配合混合式学习和自带设备 (BYOD) 政策，并获得其他资金来源的支持。

【关键词】 跨学科学习；STEAM；水产养殖

Abstract: To address the lack of high-quality, up-to-date technology education textbooks and promote STEAM education, comprehensive aquaponics teaching materials were developed to enhance interdisciplinary learning. These materials integrate biology, botany, and engineering, allowing students to design and build automated, IoT-connected aquaponics systems using tools like laser cutters and sensors. Students apply math for precision, analyze environmental data, and explore ecosystem dynamics. The teaching resources, positively received by educators and students, align with the STEAM curriculum framework and will be submitted as open-source materials to the Quality Education Fund. They aim to advance STEAM education in Hong Kong and Mainland China while being showcased at the Learning and Teaching Expo. Future plans include creating videos and e-learning materials to support blended learning and BYOD policies, further fostering STEAM engagement and practical applications.

Keywords: Interdisciplinary Learning, STEAM, Aquaponics

1. 引言

根据教育局（2024），香港学校课程可分为 8 个主要学习领域，即中国语文教育、英国语文教育、数学教育、科学教育、科技教育、个人、社会及人文教育、艺术教育和体育教育。香港的 STEM 教育于 2015 年《施政报告》首次提出，旨在培养和巩固学生对科学、技术、工程和数学四大学科的兴趣和知识。此外，STEM 还可以培养学生结合和应用各种 STEM 学科知识和技能的能力。不仅要培养思维、思考方法和解决问题的能力，发展这些技能是未来创新

和创新所需的重点（教育局，2016）。然后 2022 年施政报告提出在中小学大力推广 STEAM（科学、科技、工程、艺术和数学）教育，为学生打下坚实的基础，与香港未来创新科技发展的大方向保持一致（香港特别行政区政府，2022）。即在 STEM（科学、科技、工程、艺术和数学）教育中加入 A（艺术）元素。在我之前关于 STEM 教育的研究和讨论中，学校为了支持 STEAM 教育，购买了不同的设施和设备，修改了课程内容。然而，在香港推广 STEAM 教育的挑战主要是课堂时间分配，因为需要教授的知识很多，教育局建议科技教育学习领域的时间占总课时的 8%-15%，以及教材不足（Wong, 2022 & 教育局，2017）。当科技融入课程时，学习过程会发生革命性的变化。越来越多的研究表明，将技术融入课程可以提升学生的学习体验和学习成绩。当教育工作者将技术作为解决问题的资源时，他们的教学法就会发生转变（Rahul International School, n.d.）。根据教育局（2017）的说法，“技术是利用资源有目的地运用知识、技能、价值观和态度，创造满足人类需求和愿望的产品或系统。技术影响并受人们文化的影响，是我们日常生活的一部分。在小学阶段，学校应加强学习活动，让学生探索技术概念，了解技术发展及其对社会的影响。在初中阶段，学校应提供广泛而均衡的技术教育课程，为学生继续学习技术教育或其他更高水平的课程做好准备。在高中阶段，学校应提供技术教育科目作为选修科目，以便学生可以专攻终身学习或为工作做准备。学校应提供多样化的选修科目，以满足学生的兴趣、能力和需求。”根据教育局（2017）的资料，科技教育学习领域有六个学校需要涵盖的知识范畴，包括资讯及通讯科技、材料及结构、营运及制造、策略及管理、系统及控制、科技及生活。每个知识范畴下，又有不同的学习元素需要学校涵盖。

表 1. 初中阶段六个知识范围内的学习元素单元（核心及延伸）

知识范围	单元	学习重点
• 信息和通讯科技	• 计算机系统 • 程序编写 • 信息处理及演示 • 计算机网络	• 明白并能在日常生活上应用信息和通讯科技及作为学习的重要工具
• 物料和结构	• 物料及资源 • 结构及机械结构 • 物料处理	• 明白物料及资源在设计过程中的重要
• 营运和制造	• 工具及仪器 • 制造过程 • 项目管理	• 明白如何管理所需资源和过程以实现设计方案
• 策略和管理	• 营商环境、运作和组织 • 资源管理 • 市场营销	• 明白商业及管理概念
• 系统和控制	• 系统概念 • 系统应用 • 系统整合 • 控制与自动化	• 明白不同系统的概念、应用及影响
• 科技与生活	• 食物与营养 • 食品烹调及加工 • 布料及衣物制作 • 时装及服装审美能力 • 家庭生活 • 家居管理及科技 • 布料及衣物制作 • 时装及服装审美能力 • 家居管理及科技	• 明白科技如何影响我们的生活及创造优质的人生及家居

除学习要素外，还有九种共通能力需要涵盖，以应对社会的动态变化（教育局，2017）。

表 2. 九种共通能力

基础能力	思考能力	个人及社交能力
- 沟通能力 - 数学能力 - 运用信息科技能力	- 明辨性思考能力 - 创造力 - 解决问题能力	- 自我管理能力 - 自学能力 - 协作能力

根据教育局 (2013) 的资料, “推荐课本清单 (RTL) 和推荐电子课本清单 (eRTL) 上的课本和学习材料是根据课程发展议会发出的课程文件编写的。它们已在内容、学习与教学、结构与组织、语言、课本布局、电子功能的教学用途、技术和功能要求等方面经过审查, 被视为可接受。”根据教育局 (2013) 的资料, 推荐课本清单上科技教育学习领域的课本和学习材料如下:

表 3. 适用书目表: 初中科技教育学习领域—信息和通讯科技印刷及电子课本及学习材料

书名	出版社	编著者	通过评审
明德计算机	香港大学电机电子工程系	霍伟栋博士、源植盛、吕恒森、蔡炜杰、许港亨、罗锦源、张嘉豪	2016
初中计算机之旅	卓思出版社有限公司	郭志文、杨佩珊、区奕如	2017
计算机与信息科技	培生香港	郑志成、夏志雄、杜家伟	2007
计算机新天地	文达出版	黎耀志	2002

鉴于 STEAM、科技和通用技能教育的推广, 以及缺乏高质量和最新的科技教育教科书, 本项目旨在创建全面的水产养殖技术教材, 以加强学生的跨学科学习。此举将促进对生物学、植物学和生物科学相互联系的理解。学生将通过使用激光切割机等工具来建造鱼缸和花盆, 获得工程实践经验。数学技能将应用于设计过程, 以确保精确性和功能性。课程的核心是技术能力, 学生将学习集成传感器和伺服器来构建自动化和物联网连接的水产养殖系统。此外, 他们还将使用数据分析来探索水温 and 光照等环境变化对生态系统的影响, 从而深入了解生命系统的动态。项目完成后, 我们预计将拥有一套全面的水产养殖技术教材。这些资源旨在促进跨学科学习和 STEAM (科学、技术、工程、艺术、数学) 课程框架内的融合。此外, 这些材料将作为开源教育资源提交给优质教育基金, 从而为香港 STEAM 教育的支持和发展做出贡献, 并在学习与教学博览会上用于内地教育分享。我们希望这些材料不仅能提高学生对 STEAM 相关课程的兴趣, 还能强调 STEAM 在日常生活中的实际重要性和应用。

2. 研究方法

首先, 我们检视并参考科技教育学习领域课程指南 (小一至中六) (2017), 编写综合水产养殖技术教材, 以加强学生的跨学科学习。由于我的学校已将电脑知识、设计与科技课程合并为创客课程, 因此综合水产养殖技术教材必须涵盖电脑知识、设计与科技课程的学习元素。另一方面, 通用技能也很重要, 因此综合水产养殖技术教材包括培养学生不同的通用技能。综合水产养殖技术教材的详细内容如下:

表 4. 综合水产养殖技术教材的内容

标题	副标题	学习要素	共通能力
开始使用水培系统	- 什么是水产养殖？ - 历史背景和发展 - 未来和发展 - 水产养殖的好处和挑战	- 信息处理及演示 - 营商环境、运作和组织 - 系统概念	- 运用信息科技能力 - 明辨性思考能力 - 解决问题能力 - 自学能力
水培系统的关键组件	- 生物学 - 植物 - 微生物	- 制造过程 - 食物与营养	- 沟通能力 - 运用信息科技能力 - 明辨性思考能力 - 创造力 - 自我管理能力和 - 自学能力
水产养殖系统的设计和建造	- DIY 水培系统用品清单 - DIY 水培系统工具清单 - 组装水培系统 - 用品和工具介绍	- 物料及资源 - 结构及机械结构 - 物料处理 - 工具及仪器 - 制造过程 - 项目管理 - 资源管理 - 系统概念 - 系统应用 - 系统整合	- 沟通能力 - 明辨性思考能力 - 创造力 - 解决问题能力 - 自我管理能力和 - 自学能力 - 协作能力
水产养殖系统的运营和管理	- 控制界面设计 - 微电脑控制面板编程 - 水质管理 - 观测数据记录	- 计算机系统 - 程序编写 - 信息处理及演示 - 系统概念 - 系统应用 - 系统整合 - 控制与自动化 - 家居管理及科技	- 数学能力 - 运用信息科技能力 - 创造力 - 解决问题能力 - 自我管理能力和 - 自学能力 - 协作能力
水产养殖的未来与创新	- 讨论系统中存在的问题 - 讨论解决方案	- 计算机系统 - 信息处理及演示 - 项目管理	- 沟通能力 - 明辨性思考能力 - 自我管理能力和 - 数学能力 - 创造力 - 自学能力 - 运用信息科技能力 - 解决问题能力 - 协作能力

综合水产养殖技术教材推出后，科技辅助跨学科课程整合 STEAM（科学、科技、工程、艺术、数学）发展项目邀请该校作为香港首所“STEM 实验学校”，并连续数年受教育局邀请成为“IT 教育卓越中心”和“STEM 教育支持中心”。我的研究旨在调查教职员和学生旨在无缝融入 STEAM（科学、科技、工程、艺术、数学）课程的工艺水产养殖技术教材的反馈和建议。这项研究于 2024 年 6 月进行。有 10 名学生和 3 名教职员被邀请进行单独采访，就新教材和学生提供一些反馈和建议。采访将持续 30 分钟，并将录音。他们有权查看和删除部分或全部录音。所有数据将存储在加密数据库中 3 年，之后将被删除（即 2027 年 6 月）。所有收集的信息将严格保密，仅用于研究目的。个人详细信息不会在已完成研究的报告中泄露或识别。参与完全是自愿的，他们可以随时退出研究，不会产生任何负面影响。

3. 研究结果及分析

教学人员 A、教学人员 B 及教学人员 C 亦指出，全面的水产养殖技术教材不但能落实教育局科技教育学习领域课程指南，亦能提升学生学习科技以至 STEM 的兴趣。

“有了全面的水产养殖技术教材后，我们可以有明确的学习目标和教学计划，可以根据学生的兴趣、能力和课堂时间分配来调整教学。例如，我们需要教多深，需要涵盖多少知识，需要教什么。由于教材对不同类型的学生，甚至是有天赋的学生来说都是全面的。此外，教材为学生提供了应用所学知识的机会，因此学生可能会认为他们所学的知识在日常生活中很有用，从而可以提高他们的学习兴趣。”教师 C 建议。

教师 B 指出：“早在 2015 年，STEM 的目的就是培养和巩固学生对科学、技术、工程和数学四大学科的兴趣和知识。此外，STEM 还可以培养学生结合和应用各种 STEM 学科知识和技能的能力。不仅要培养思考、思考方法和解决问题的能力，而且发展这些技能是未来创新和创新的關鍵。”学生通过使用综合水产养殖技术教材不仅可以学习技术知识，还可以学习一些科学、生物、化学、物理、数学甚至工程学知识。例如，在开始学习水产养殖系统的关键组件时，学生需要设计他们选择使用的生物和植物组件，因为并非所有的生物和植物都适合应用于水产养殖技术。他们必须使用在科学或生物课程中学到的知识来选择合适的组件。另一方面，学生可以运用他们的通用技能来寻找建议。例如，他们可以运用 IT 技能和自学技能在互联网上搜索信息。接下来，他们需要运用批判性思维技能来分析是否是可行的解决方案。此外，学生可以与其他小组成员或同学讨论，与他人分享他们的想法，这可以培养他们的沟通能力和协作能力。”

教学人员 A 同意综合水产养殖技术教材能提升学生的学习兴趣。以往在教授电脑系统、材料与资源、结构与机制、工具与设备等知识时，只使用 PowerPoint 和工作表，没有一些实体的教材来教导。相反，使用综合水产养殖技术教材时，每个小组都会有一个实体的鱼缸。这样，学生会觉得所学的知识是实实在在的，有主人翁意识，从而对学习更有兴趣，提升学习能力。这些是自我管理能力和自学共通能力。这些能力对教育局的“学会学习”政策非常重要。根据教育局（2001），“学会学习”涉及发展学生的独立学习能力，以促进全人发展和终身学习。希望此举能为整体教育质素带来改善，包括发展学生在学习领域及其他相关范畴的共通能力、运用不同的学与教方法达致学习目标、发展学生本身的兴趣及潜能，以及扩阔学生的学习空间，促进全人发展。

所有受访学生均认同采用综合水产养殖技术教材，可使创客课程比以前更有趣，让他们对创客课程更有兴趣及专心。

学生 A 及学生 F 指出教材非常吸引人，因为教材色彩丰富，有不同的卡通，非常有趣，而非以往只有黑白两色的创客教材。

学生 B、学生 G 和学生 I 指出，在课程中，我们有机会边做边学，而不是只是坐在教室里听老师讲课，这更有趣。“你不会因为参与而降低成绩。这很重要，因为过去，信息是通过讲座、书籍或文章获取的，学生可能随便读，也可能不读，根本得不到任何知识。当你被迫执行需要学习的任务时，记住事情会变得更简单。动机源于每个行动提供的个性化学习体验。这种动力与感受和学习经验都有关。它传达了教育是有目的和相关的理念”，学生 I 说。

学生 C、学生 D 和学生 E 注意到，拥有全面的水产养殖技术教学材料，不仅可以提高学习技术的兴趣，还可以提高学习其他科目的兴趣，例如科学、数学等。在 2023-2024 年第二学期考试中，他们的考试成绩有很大的提高。这是因为教材教了一些与他们的科学课程相关的植物如何生长。

学生 H 和学生 J 注意到，在水产养殖项目中可以提高他们的通用技能，尤其是沟通能力、IT 能力、批判性思维能力、创造力、解决问题的能力、自我管理能力和自学能力、协作能力。在课程中，学生有很多时间进行小组作业。例如，他们需要按小组制作一个鱼缸，他们需要一起合作。这样可以培养他们的沟通能力和协作能力。他们必须做好分工，使小组更好地工

作。另一方面，完成鱼缸后，他们需要选择适合鱼缸的植物和生物，因为并非所有组件都适合水族系统。他们需要与其他小组成员交流，并分析哪种方式最好。另一方面，学生可能需要在互联网上搜索一些答案，这可以间接培养他们的 IT 技能、批判性思维技能、自我管理技能、自学技能。

4. 总结

综上所述，鉴于 STEAM、科技和通用技能教育的推广，以及缺乏高质量和最新的科技教育教科书，本项目创建了全面的水产养殖技术教材，以加强学生的跨学科学习。此举将有助于了解生物学、植物学和生物科学之间的相互联系。学生将通过使用激光切割机等工具来建造鱼缸和花盆，获得工程实践经验。数学技能将应用于设计过程，以确保精确性和功能性。课程的核心是技术能力，学生将学习集成传感器和伺服器来构建自动化和物联网连接的水产养殖系统。此外，他们将使用数据分析来探索水温和光照等环境变化对生态系统的影响，从而深入了解生命系统的动态。项目完成后，我们预计将有一套全面的水产养殖技术教材。总体而言，教学人员和学生利益相关者都对教材持积极态度。这些资源将旨在促进跨学科学习和 STEAM（科学、技术、工程、艺术、数学）课程框架内的融合。此外，这些材料将经过修改并作为开源教育资源提交给优质教育基金，从而为支持和推动香港的 STEAM 教育做出贡献，并用于内地教育分享和教学博览会。我们期望这些材料不仅能提高学生对 STEAM 相关课程的兴趣，还能强调 STEAM 在日常生活中的实际重要性和应用。目前，这些教材只是试行，只适用于中二。长远来看，我将为整个初中（中一至中三）制作教材，使科技教育更加可持续和连贯。

参考文献

- Education Bureau. (2001). *Learning to Learn - The Way Forward in Curriculum Development*. <https://www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/cs-curriculum-doc-report/wf-in-cur/index.html>
- Education Bureau. (2013). *適用書目表 Recommended Textbook List*. <https://Cd.edb.gov.hk/rtl/search.asp>
- Education Bureau. (2016). *Report on Promotion of STEM Education Unleashing Potential in Innovation*. https://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/renewal/STEM%20Education%20Report_Eng.pdf
- Education Bureau. (2017). *Technology Education Key Learning Area Curriculum Guide (Primary 1 - Secondary 6) (2017)*. https://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/kla/technology-edu/curriculum-doc/TE_KLACG_Eng_5_Dec_2017_r2.pdf
- Education Bureau. (2024). *Ongoing Renewal of the School Curriculum*. <https://www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/renewal/framework.html>
- Rahul International School. (n.d.). *How technology is integrated into the teaching curriculum*. <https://ris.education/2021/02/05/how-technology-is-integrated-into-the-teaching-curriculum/>
- The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. (2022). *Promotion of STEAM education*. <https://www.info.gov.hk/gia/general/202211/16/P2022111600328.htm?fontSize=1>
- Wong, K. W. (2022). Investigation on How STEM Education Scheme Influences in Hong Kong Secondary Education. *The University of Hong Kong*.