

# STEAM课程过程性评价模型的设计与实践

夏舍金

广东碧桂园学校, 广东 佛山

收稿日期: 2022年7月24日; 录用日期: 2022年9月5日; 发布日期: 2022年9月13日

## 摘要

STEAM教育作为一种以培养学生创新精神和创造能力为基本价值取向的创新教育,其目标不仅是提高学生们的知识水平,还有提高创新能力、解决问题能力、批判性思维能力、合作能力、展示演讲技能等等。因此,不能只依据最终作品来评价学生在STEAM课程中的表现以及STEAM课程的质量,需要设计一个贯穿整个课程的过程性评价体系。笔者结合教学实践,以STEAM课程设计制作创意科技作品为例,尝试建构出一套STEAM课程过程性评价模型。

## 关键词

STEAM, 过程性评价, 模型构建, 教学实践

# Design and Practice of Process Evaluation Model for STEAM Course

Hanjin Xia

Guangdong Country Garden School, Foshan Guangdong

Received: Jul. 24<sup>th</sup>, 2022; accepted: Sep. 5<sup>th</sup>, 2022; published: Sep. 13<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

As an innovative education with the basic value orientation of cultivating students' innovative spirit and creative ability, STEAM education aims not only to improve students' knowledge level, but also thinking ability, cooperative ability, and presentation skills. Therefore, students' performance in the steam course and the quality of the STEAM course cannot be evaluated only on the basis of the final works. It is necessary to design a process evaluation system that runs through the whole course. Combined with the teaching practice, the author tries to construct a set of process evaluation model of STEAM course, taking initiatives to construct process evaluation model for STEAM course.

## Keywords

STEAM, Process Evaluation, Model Construction, Teaching Practice

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

STEAM 教育强调以跨学科的方式进行学习, 在学习的过程中激发学生的学习兴趣, 引发学生的学习热情, 培养学生在真实的情境中解决问题的能力, 既注重学习结果更注重学习过程。学习评价[1] (Assessment for Learning, AfL) 是用于评估学生学习目标达成度并促进其学习效果的技术和方法。传统的学习评价方式存在重结果、轻过程、形式和主体单一、主观影响较大等缺点, 具体表现为过程性学习评价理念不够清晰, 评价体系不完整, 学生作为学习者主体评价的作用未完全发挥等, 这无法满足 STEAM 课程的整体评价需要, 尤其是对学习过程性进行量规式评价模型更加缺少。

## 2. STEAM 教育的特征

STEAM 教育是由美国弗吉尼亚科技大学学者 Georgette Yakman 在研究综合教育时首次提出, 后由美国政府提出的教育倡议, 即加强美国 K12 关于科学、技术、工程、艺术及数学的教育[2]。参照余胜泉和胡翔在《STEM 教育理念与跨学科整合模式》中对 STEM 教育的核心特征的阐述[3], STEAM 教育可以概括为具有跨学科、趣味性、体验性、情境性、协作性、设计性、艺术性、实证性、技术增强性等特征, 主要体现为以下三方面内容。

### 2.1. 强调解决真实问题

STEAM 教育以整合的教学方式培养学生掌握知识和技能, 并进行灵活迁移, 在解决实际问题中使各门学科有目的地融合, 强调探究小组的原创性研究。STEAM 教育强调, 通过体验自主设计探索实验过程, 培养学习者实际解决问题的能力, 它注重实践和过程, 强调从“知识点”走向“真实情境”。在研究过程中, 学习者使用技术搜集、分析数据, 并设计、测试和改进解决方案, 并与同伴交流研究成果。

### 2.2. 强调知识与能力并重

STEAM 教育不是简单地将科学与工程组合起来, 而是把学习者学习的零碎知识与机械过程转变成探究世界相互联系的不同侧面; 它以“逻辑思考、解决问题、批判性思考和创造力”为核心, 通过接触制作工具(如 3D 打印机等), 从“做”中“学”, 在制作过程中建构起关于科学、技术、工程、艺术和数学的知识。

### 2.3. 强调创新与创造力培养

STEAM 教育对学习开展跨学科的整合教育, 以培养其综合实践能力与创新应用能力。它强调知识与学习者之间的关联性, 通过将理论性的科学、数学与实际生活联系起来灵活运用, 并迁徙到工程、技术、艺术等领域, 这种集体体验、探索、实验为中心、强调艺术与科学、感性与理性融合的寓教于乐教学方式, 有助于培养具有创造性思维和能力的综合型人才。

综上所述, STEAM 课程通过教师创设真实情境, 引导学生运用多学科知识解决真实问题, 将学生学习知识和技能转变成一个探究世界相互联系的过程, 进而在真实学习情境下, 学生在解决问题的过程中, 不仅能获得知识, 还能获得知识的社会性、情境性及迁移运用的能力。

### 3. 过程性学习评价设计

#### 3.1. 理论基础

心理学家 R·W·Tyler 提出的“泰勒模式”是学习过程性评价的理论基础。泰勒在所著《课程与教学的基本原则》(1949 年)一书里最早提出应当根据课程目标编制“合理的”课程计划, 即根据事先确定的目标选择教学内容和方法, 而后评估和改善教学制度, 直到达到既定目标为止[4]。“泰勒模式”把教育目标转化为可测量的学习行为目标。

美国学者斯塔弗尔比姆(Stufflebeam, D.L.) 1967 年在对泰勒行为目标模式反思的基础上提出了 CIPP 模型。CIPP 模型, 将学生学习评价过程分为背景评价(Context Evaluation)、输入评价(Input Evaluation)、过程评价(Process Evaluation)、结果评价(Product Evaluation) [5]。CIPP 模型显示了评估的全程性、过程性和反馈性的重要意义。

过程性评价(Process Assessment)是 20 世纪 80 年代以来逐步形成的一种评价范式, 作为新课程的评价理念而提出的过程性评价, 其“过程”是相对于“结果”而言的, 具有导向性, 过程性评价不是只关注过程而不关注结果的评价, 更不是单纯地观察学生的表现。相反, 它更关注教学过程中学生智能发展的过程性结果, 如解决现实问题的能力、批判性思维能力的发展等[6]。

#### 3.2. 过程性学习评价模型设计

教师如何从复杂的学生表现中梳理出学生发展的方向, 如何把握学生的水平并提供有针对性的反馈, 如何将 STEAM 课程复杂抽象的素养目标具化为可操作、可测量的评价任务, 过程性评价可很好地将学生在真实情境中所展现出的知识与能力作为评价的依据, 成为解决上述问题的重要手段, 也是保障 STEAM 课程质量的关键一环。

经过多年 STEAM 课程设计与实践, 逐步形式了“前期评价 - 目标评价 - 活动评价 - 成果评价”的过程性学习评价模型。如图 1 所示。

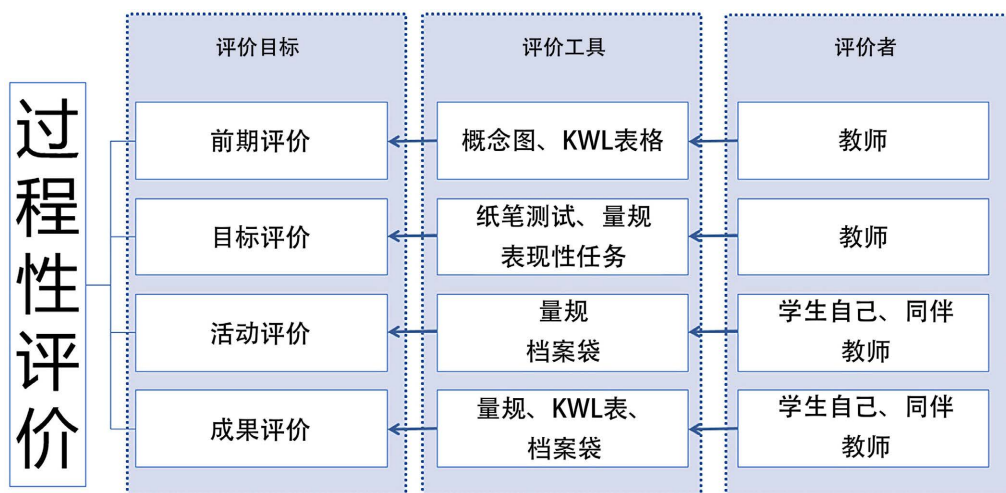


Figure 1. Process evaluation model of STEAM curriculum

图 1. STEAM 课程过程性评价模型

### 1) 前期评价

前期评价设计的目的是通过多种形式激发学生相关主题的已知，鼓励学生将已知用头脑风暴、思维导图等形式呈现出来。教师在了解学生已知的知识和问题基础上，引导孩子从概念出发，提出自己真正感兴趣的问题，开展探究学习，由此建构的知识更加牢固、有效。

### 2) 目标评价

STEAM 课程的学习评价指向学习目标，具有目标 - 实践 - 成果 - 评价的一致性。核心知识、主要的高阶认识策略、重要的学习实践是需要过程性过程中体现出来的。STEAM 课程是跨学科课程的一种方式，是将不同学科内容与方法结合起来的综合课程。在课程目标方面，需要将“理解与应用重要学科概念”作为 STEAM 课程的目标之一。课程目标确定后，先依据课程目标的知识、能力、情感、态度价值观等目标要求，设计选择评价工具。

### 3) 学习活动评价

在 STEAM 课程中，学习实践活动是整个课程中的重要部分，学生的批判思维、工程思维、创新思维、团队合作、设计制作、模拟测试等都是在此环节发生的，教师需要从跨学科角度分析需要着重培养的综合素养，诸如批判性思维、工程思维、项目管理、合作共情、表达能力等过程性评价。教师在教学之前对照课程目标思考如何开展评估和设计评价工具。对于不同类型的目标，评价工具也是不同的。结合 STEAM 课程实践，过程性评价量规分为两类。一类是与特定情境、内容相联系的量规。这类量规适用于单一课程。例如，项目要求设计制作一款庆祝新年的电子装饰摆件。这就需要将该作品的尺寸、功能、适用环境等标准加以准确说明，以此作为评价学生作品的量规。另一类属于一般性评价量规，这类量规可以评价学生在多个 STEAM 课程中的共同表现，例如在展示表达、信息收集、探究实验、测试改进等方面的评价量规。

### 4) 学习过程中的成果评价

在明确了目标和具体的评价工具之后，教师就可以进一步思考“学生若想达到预期表现，需要哪些知识和技能，经历哪些学习过程”，进而考虑教学方法、教学顺序、资源材料的选择等。教师可以根据过程性评价工具，重点关注与学生高阶思维和综合能力相关的重要实践过程，提前判定哪些教学环节或作品可以成为评价学生表现的证据，评价学生的表现在哪一级水平，进而及时反馈，促进学生学习。

## 4. 评价模型的实践与分析

聚焦到 STEAM 课程过程性评价的具体实施中，师生如何使用基于评价工具来促进教与学。为了检验模型的可行性，选取本校五年级 12 个教学班，以 STEAM 课程 - 设计制作基于 Arduino 开源硬件创意作品作为实践案例。笔者所在学校每年 3 月底开展校园科技节活动，学生需要以小组为单位设计、制作、展示创意科技作品，共 8 课时开展项目化学习。

### 4.1. STEAM 课程开始前，教师对学生的前期评价

案例所述，学生在 STEAM 课程学习过程中，学生需要小组合计设计与制作创意科技作品。在课程开始前，教师可以通过概念图、KWL 表格等方式了解学生已有的知识、兴趣和概念，此环节属于对学生前期评价，这有利于后期教学对学习设计活动的方向和深度的把握。

学生以小组为单位完成 KWL 表格。如表 1 所示。

### 4.2. 教师制定 STEAM 课程目标及评价标准

教师参照单一学科课程标准，对 STEAM 课程的知识、能力、情感态度价值观等目标要求，分别对

STEAM (科学 S、技术 T、工程 E、艺术/人文 A、数学 M)这五个方面进行目标设计, 并选择制定相适应的评价工具。如表 2 所示。

**Table 1.** KWL table style

**表 1.** KWL 表格样式

K. 我知道什么? (What do I know)	W. 我想学什么? (What I want to learn)	L. 我已经学会了什么? (What have I learned)
把小灯泡正确接入电路可以亮起来。 LED 灯有正负极。 开关可以控制小灯泡或 LED 的亮灭。	Arduino 开源硬件编程。 让更多的 LED 亮起来, 用程序控制每个灯的亮灭。 超声波、红外避障、光线强度传感器等 用程序控制水泵定时开关、马达转起来等。 用 3D 设计打印出我想到的尺寸的组件。	项目策划、团队合作。 用 Arduino 编程配合主控板来控制 LED、马达、水泵。 用电烙铁把很多的 LED 灯珠焊接起来。 用热熔胶枪把电子元件粘贴到瓦楞纸板上。 用 3D one 进行 3D 设计并打印出精确尺寸的组件。

**Table 2.** STEAM course objectives evaluation rubric

**表 2.** STEAM 课程目标评价量规

	科学(S)	技术(T)	工程(E)	艺术/人文(A)	数学(M)
课程目标	1) 掌握 Arduino 开源硬件基础知识。 2) 熟知创意电子作品制作的一般流程。 3) 熟悉电子电路科学知识。	1) 学会使用 Arduino 编程软件。 2) 学会绘制模型设计图。 3) 学会使用 3D 打印技术制备组件。	1) 熟悉各类传感器的功能以及与 Arduino 主控板的电路连接。 2) 能够正确使用各类创客工具。 3) 学会对电子创意作品进行调试, 纠错。	1) 能够对电子创意作品进行外观美化装饰设计, 融入本地文化元素。 2) 学会观察思考作品能否推广, 给人们生产生活带来便利, 利于社会发展。	1) 学会用数学工具对设计图纸进行测量标记。 2) 能够准确测量组件长、宽、高数据, 并在 3D 设计软里建模。
情感态度与价值观	1) 渗透学科知识融合、跨学科的理念, 引导学生综合应用所学知识解决实际问题。 2) 培养学生的创新与创造精神, 把自己的想法和创意进行物化, 即创客精神。 3) 锻炼与培养学生的团队协作能力, 合理解决意见分歧, 全局观。				
评价工具	纸笔、抽测	表现性任务	量规、档案袋	量规、评价标准	表现性任务

### 4.3. 学习活动评价设计

在学生活动开始时, 教师以学生自主组队为原则, 形成 3 到 5 人为一个团队的项目组, 在教师适度干预下全班可以形成 6 个小组, 由学生组内推荐竞选组长, 分工协作开展探究式学习。在 STEAM 课程的学习过程中(包含前期项目策划、草图绘制、分工设计、制作、装饰美化、作品分享等)学生是否进行了积极的参与?是否对遇到的问题进行了分析和解释? 是否正确的使用了创客工具及做了安全防护? 请给自己在下列维度上打分, 5 分表示最高分, 1 分表示在这个问题上还有待努力。如表 3 所示。

在 STEAM 课程学习过程中, 学生对从网上获取的信息或组员提出的观点、数据真伪质疑过? 是否对信息进行查证、实验验证? 自己能否对一些问题提出观点看法, 并提供佐证资料? 教师通过批判性思维评价量表对小组成员进行问询评价、小组成员也可结构量表自评。如表 4 所示。

在 STEAM 课程学习过程中, 小组之间成员相互最了解彼此承担的分工任务、积极性表现、完成分配任务的质量、分歧意见的处理态度、对小组学习成果的评价等, 因此教师设计了小组同伴评价表, 可以掌握每个学生是否具有团队合作精神、参与积极性等。如表 5 所示。

**Table 3.** Some examples of assessment scales for learning practice (refer to the Likert scale)**表 3.** 学习实践的部分评价量表样例(参照李克特量表)

序号	评价内容	评分(1~5 分)
1	在规定的时间内, 我充分地研究了主题。	
2	我和我的伙伴共同探讨制订了学习的方案和计划。	
3	我和我的伙伴是否有明确的分工, 发挥各自特长。	
4	我能够把我所构想的方案绘制成图纸或手稿草图。	
5	我能运用多种检索方式查找信息并对可靠性进行了筛选。	
6	我觉得我能正确安全的使用各类创客作品制作工具。	
7	我在完成所承担的任务过程中是否尽心尽力。	
8	我和我的伙伴在学习过程中是否能保持团结合作。	
9	我在学习过程中遇到困难是否都沉着思考积极解决。	
10	总体来说, 我给自已的学习成果的打分为_____。	

学生签名:

教师签名:

说明: 一旦你签名了, 表明你对自己的评价是公正而客观的, 是诚实而准确的。教师在和你交流谈话后也会签上他/她的名字。

**Table 4.** Process evaluation scale for critical thinking**表 4.** 批判性思维的过程性评价量表

维度	E 优秀	G 良好	Q 需改进
批判性思维	能辨别信息和资料的真伪	能辨别信息和资料的真伪	能简单判别信息的真伪
	选择合适的、多方面的证据支撑观点	选择合适的、证据支撑观点, 但证据比较单一	仅凭经验或感觉提出观点, 不会从证据出发进行推理
	能借助证据以符合逻辑的方式进行严密的推理和有效论证	能借助证据以符合逻辑的方式进行推理, 但过程不严密, 推论不一定正确	

**Table 5.** Peer evaluation suggestion table**表 5.** 同伴评价建议表

序号	评价项目或建议	评价内容
1	在进行评价前, 请放下成见, 从设计者的角度仔细观察和审视成果。	
2	根据量规, 对成果中值得肯定和提出建议的点进行记录。	
3	尽可能寻找成果中的优点, 并将这些优点作为和同伴谈话的开始。	
4	尽可能用积极的语言表达其中不尽如人意的地方, 典型的话语如“我很喜欢这个作品中的……”“如果……能够……调整, 那就更好了”。	
5	不管是表扬还是建议, 都应该非常具体。	
6	评价尽量简洁, 一般控制在 6~10 句话。	
7	将你的评价书面化, 可以寻求教师的帮助, 以修饰相关的表达, 然后与你的同伴分享你的评价。	
8	永远不要与你的同伴就评价进行争吵。允许同伴对你的评价进行评议, 如果有重要的分歧点, 应该寻求教师的帮忙。	

#### 4.4. 学习过程中的成果评价

在 STEAM 课程学习过程中, 教师会根据“STEAM 课程学习过程中的成果评价量表(如表 6 所示)对各个小组进行评价, 并请及时提示学生根据评价标准对项目策划、主题确定、设计草图、工具操作使用方法、制作精度、外观设计装潢等进行修正。

**Table 6.** Outcome evaluation scales in the learning process of STEAM courses

**表 6.** STEAM 课程学习过程中的成果评价量表

评价内容	E 卓越	G 良好	Q 合格	D 需改进
创新性				
科学性				
外观与色彩设计				
结构与精度				
分工与协作				
设计与实物相符				
安全与防护				

STEAM 课程学习成果即学生创新创意想法物化的产品模型或方案, 这是属于水面以上部分, 对于跨学科学习方式更重要的是学习过程即学生作品构思、创意设计、批判性思维、团队合作精神、查询资料、验证假设、测量数量、3D 设计制作作品组件、编程、电路连接、功能测试调试等等, 这部分属于水面以下, 对此进行全面评价相对比较困难, 该研究在教学实践过程中对 STEAM 课程过程性评价模型进行了全面地验证, 它是可靠性, 具有可参考性和可推广价值。根据实际教学情况可以个性化的选择多种量表组合进行对教学过程进行评价和修正, 同时, 其为 STEAM 课程的优化设计提供了有力依据。

#### 5. 结语

学习评价一直是学习者学习目标达成和学习效果测量的最有效的手段, 不同的学习评价模型侧重的观测指标不尽相同。过程性评价在 STEAM 课程中的整体设计与具体实施, 旨在帮助教师依据评价工具更准确地掌握学生的认知水平, 更明确地给予学生反馈和提升, 更及时地调节自己的教学行为, 以促进学生学习目标的达成。教育在发展, 评价在进步, STEAM 课程的发展需要评价来推动, STEAM 课程的实施效果需要通过评价来衡量, 并在实践中完成评价体系自身的改革与发展。

#### 参考文献

- [1] Brown, G. (2019) Is assessment for learning really assessment? *Frontiers in Education*, **4**, 1-7. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00064>
- [2] 赵中建选. 美国 STEM 教育政策进展[M]. 上海: 上海科技教育出版社, 2015.
- [3] 余胜泉, 胡翔. STEM 教育理念与跨学科整合模式[J]. 开放教育研究, 2015, 21(4): 13-22.
- [4] 一帆. 教育评价的泰勒模式[J]. 教育测量与评价(理论版), 2012(8): 37.
- [5] 毛乃佳, 林凤. 基于 CIPP 模型和柯式模型构建教师培训评估体系[J]. 北京教育学院学报, 2010, 24(4): 15-17.
- [6] 高凌飏. 过程性评价的理念和功能[J]. 华南师范大学学报(社会科学版), 2004(6): 102-106.