

Developing Students' Engineering Concepts with Learning Module Aids

赖恩莹¹，张玉山²，王健华³

¹国立台湾师范大学科技应用与人力资源发展学系硕士生

²国立台湾师范大学科技应用与人力资源发展学系副教授

³国立台湾师范大学图文传播学系 教授

enying74@gmail.com

【摘要】 本文旨在以模组教具教学建立中学学生的工程概念，工程教育对于国家的经济发展至为重要，建立学生的工程概念有利于国家的经济发展。用模组化教学来建立学生的工程概念会比较方便，模组教具可以重组，变成其它教学单元，使用起来范围相当有弹性。本文以「Kolb 经验学习」为理论基础，从具体经验中加深学生的印象，进而转化成抽象的工程概念。本文以「机械兽设计与制作-以乐高为模组教具」为教学单元，从教学活动中，使学生了解相关工程概念。

【关键词】 教具；教学模组；Kolb 经验学习；工程概念

Abstract: Engineering education is important to the country's economic development. Improving student's engineering concepts is the key mission for the country's economic development. The research is to design learning module aids used to develop student's engineering concepts in the secondary school. The advantages of learning module aids include convenience and flexibility of utilization for teachers, and effectiveness of learning for students. The learning module aids can be reorganized into other learning activities easily. Based on Kolb's experiential learning theory, students can abstract engineering concepts from concrete experiences. In this paper, the teaching unit, named "the design and production of the mechanical beast - Lego module aid", was developed for the secondary school technology education.

Keywords: teaching aids, teaching module, Kolb experiential learning, engineering concepts

1. 前言

工程与科技教育对于国家的经济与科技发展至为重要，加强国民工程与科技教育，培养适应经济社会变迁与科技快速发展的科技素养能力，以因应二十一世纪知识经济的挑战，并增强国家经济竞争力，乃是世界各国政府及学者一致的共识(NAE,2002)。

ITEA 的科技素养标准以及国内、外科技教育课程标准，都认为科技与工程可以于中学阶段进行结合，并藉由工程设计来培养工程的基础相关概念。「科技教师乃是中小学阶段传递

工程知識的最佳途徑之一」(Starkweather,2004,p6)。德国工程师学会(VDI)久来一直呼吁强化普通教育中的科技课程作为学习工程科技的基础知能(江文巨,2009)。

模组教具可以解决传统工程教育所遇到的问题,不会产生许多难以资源回收的废料在教学场所中,致使教学环境甚为脏亂,影响整体教学品质,结果降低了学生的学习樂趣与意愿。模组教具可以使老师教学时会比较方便,模组教具可以重组,变成其它教学单元,使用起来范围相当有弹性。

2. 模组化教具

2.1. 教具 (*teaching aids*)

周宴安、刘威德(2004)指出「教具」对教师而言,是辅助教学所需的任何器材;而就学习者本身,教具是藉由操弄而促进学习的工具或材料。藉由教具的使用,将使教学更活泼、更富创意而使上课内容更为生动,让学生对教学产生兴趣,会主动想去了解与学习方面的人事物(林敏宜、杨素玲,2000)。教具激起学习者的兴趣并且帮助老师容易地解释概念(Rasul, Bukhsh, & Batool, 2011)。

2.2. 教学模组 (*teaching module*)

教学模组主要是一种把教学组织起来的材料,通过使用教学模组,老师做出课程决定用计时任务的教学适合学生。教师凭借着既有的知识去决定何种教学模组要实施或不要实施,这种过程在教师生涯中不断的持续着 (Saleh, Rahman, & Saleh, 2010)。

2.3. 模组化教具的内涵

模组化教具的内涵即支援教学模组,所开发设计的教具。

2.4. 工程概念

工程概念是专业发展的过程,而不是作为一认知,工程概念的思维就类似物理概念的思维,比如在物理概念中力的概念(Dunsmore,Turns, & Yellin, 2011)。

3. 学习理论

科技教育者大多认同做中学(hands- on experience)(Rowell & Ebbers, 2004)是科技教育中重要的基础；透过「Kolb 经验学习理论」，结合科技实作单元，如运输、动力与能源等，运用现成积木及多层风车、太阳能板、液气压机设计等，设计一科技课程，透过课程设计使学习活动更吸引学生的兴趣及给予动手做的诱因，并在学习中透过内化的过程，由学习者自行内化形成新的知识体，而能使学习更有效率。

Kolb (1984)提出的经验学习理论将学习活动的进行视为一连续过程，此周期过程可分为四个阶段，包括具体经验(Concrete Experience)、抽象概念(Abstract Conceptualization)、主动验证(Active Experiment)和省思观察(Reflective Observation)。此四个阶段形成一循环的学习过程，并不断的重复。Kolb 将学习视为经验的理性反思过程，学习者经由有意识感官觉察的认知历程，透过程序式的反思和论证，将经验转换成知识。Kolb 认为学习是经由经验的获取与转化，以创发经验的过程，从具体的活动出发，以提供学习者对某些事物的直接学习经验，然后透过对事件的观察以及省思，转化此经验至抽象概念，导致学习迁移，这种学习过程是不断的循环发展的。本文 Kolb 经验学习理论为理论基础，以模组教具教学使学生有具体的经验，进而转化成抽象的工程概念。

4. 教案设计

4.1. **教学单元:**机械兽设计与制作-以乐高为模组教具

4.2. **适用年级:**高中一到三年级均适用

4.3. **教学节数:**7 节

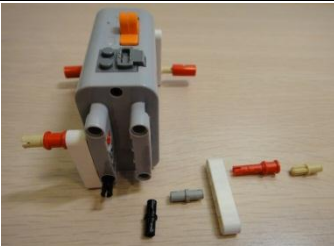


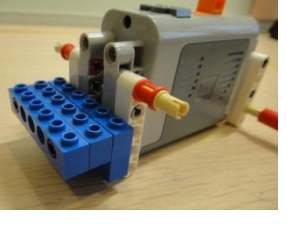


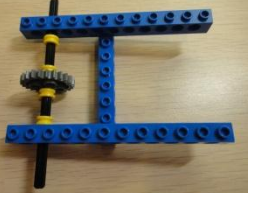

4.4. **教学目标:**了解齿轮原理、了解连杆原理、了解扭力原理、了解力矩原理、熟悉现有模组特性及组装技巧、发挥创意，设计造型。

4.5. 教学程序

节次	教师活动	学生活动	时间分布	所需教材與教具
1	引起动机，简介机械兽基本结构。		5	图片、实物

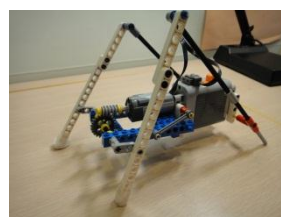
	在旁指导。	3人为一组，进行分组。	10	
	讲解齿轮原理、介绍齿轮、传动比、转速比、蜗杆原理。	动手操作	30	模组教具
2	讲解连杆原理。		30	模组教具
	在旁指导。	动手操作	15	模组教具
3	讲解扭力原理、扭力与齿轮的关系。		20	模组教具
	在旁指导。	动手操作	25	模组教具
4	讲解力矩与杠杆原理		25	模组教具
	在旁指导。	动手操作	20	模组教具
5	造型设计，引导学生发想机械兽的设计主题。（引导重点在于该动物的造型是特殊的、有代表性的）	机械兽制作	45	模组教具
6	在旁指导。	机械兽制作	45	模组教具
7	评分	学生轮流上台展示各组成品。	45	

5. 製作流程表

1. 在马达前后加零件，左右对称		
2. 机座装设置		
3. 蜗杆与马达连接		
4. 固定齒輪 5. 蜗杆与齿轮的连接		

6. 机械兽脚的设计

7. 完成图



5.9. 教学说明

乐高积木的特性，可以随时拆装、调整、重建。虽然零件是塑胶产品，仍然能符合绿色设计的核心价值"3R"，即减量化（Reduce），回收（Recycle），重复使用（Reuse）。学生以乐高积木为素材，不但取得容易且节省许多购买专用零件经费与加工制造的时间；在工程教育课程中，更能将有限的时间专注于主题的发想与探讨，以及减少测试、调整、尝试错误时的无谓浪费。本教学单元主要教导学生四个工程概念，分别为齿轮、连杆、扭力及力矩。学生必须去测试相关原理，如连杆的长短会影响机械兽行走的快慢，蜗杆与蜗轮的齿轮比为何才能达到最好的效果等，这些都是让学生了解工程概念，进而去应用工程概念。

6. 结论

教具的设计是为让学习过程更有效、更快速、更满意的设备或机械装置，教具将复杂的内容简单化、组织化，并且很完美地将新旧概念相结合。教学模组是一套提供教师与学生使用的材料，可以用来教学与自学，没有固定的模式，但许多教学模组采用主题式架构。在大主题的教学目标下，发展出相关的次主题或子问题，再依据次主题的性质，以多样的教学活动，达到教学目标。

模组化教具的内涵即支援教学模组，所开发设计的教具。以 Kolb 经验学习理论为理论基础，模组化教具教学策略可以使学生有具体的经验，进而转化成抽象的工程概念。科技教育的内容相当广泛，现代的科技教师为了让学习更有效率，常必须使用多元的教学策略与教学活动，来达成教学目标，而工程问题又常需运用数学、科学、科技等相关知识来解决生活上的问题、满足人类的需求等，与科技教育的教学活动有异曲同工之功能，因此教师可透过国

中、高中科技教育课程并采用适当或创新的教学策略与活动来达成培养工程概念之成效，进而奠定工程的基础。

参考文献

- 江文巨 (2009)。科技与工程教育的结合。《生活科技教育》，42 (6)，1-2。
- 林敏宜、杨素玲 (2000)。《实用教具的设计与制作—各类型教具》。台北：启英文化。
- 周宴安、刘威德 (2004)。国小英语教师对教具之看法及较常使用教具之类型—以彰化县市四所国小为例。《中州学报》，20，243-263。
- Dunsmore, K., Turns, J., & Yellin, J. (2011). Looking toward the real world: Student conceptions of engineering. *Journal of Engineering Education*, 100(2), 329-348.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- National Academy of Engineering, NAE. (2002). *Technically Speaking— Why all Americans need to know more about technology*. Washington, D.C.
- Rowell, P. M., & Ebbers, M. (2004). School science constrained: print experiences in two elementary classrooms. *Teaching and Teacher Education*, 20(3), 217-230.
- Saleh, F., Rahman, S. A., & Saleh, S. (2010). Pedagogical Negotiations between Conventional and Innovative Strategies in Teaching KBSR Mathematics: The InSPIRE Project. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8(0), 152-157.
- Starkweather, K. N. (2004). *Creating Technology Literate Nations Through The Relationship Between Technology and Engineering Education*. Presented in 2004 Engineering and Technological Educational Literacy Conference in Taiwan.
- Rasul, S., Bukhsh, Q., & Batool, S. (2011). A study to analyze the effectiveness of audio visual aids in teaching learning process at university level. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 28(0), 78-81.