

# 物理概念教学的有效方法——架桥类比策略

申亚琴 贾泽皓 张萍

(北京师范大学物理学系 北京 100875)

(收稿日期:2019-05-30)

**摘要:**“架桥类比”教学策略是在研究学生的认知图示和认知规律的基础上,有效利用学生源于生活经验的直觉判断,通过呈现有效的架桥类比,促进学生的观察和思考,建立起目标情境和参照情境之间的联系,帮助学生通过完善、扩展已有正确概念或修正错误概念,有效地建立和理解科学概念。

**关键词:**架桥类比 前概念 错误概念 物理概念教学

## 1 引言

从20世纪70年代起,物理教育研究者和物理教师逐渐意识到学生在学习和掌握物理概念上存在很多困难.学生在系统学习物理概念之前,头脑中已经存在了一些来自于生活经验的对物理现象的一般认识,这就是前概念(preconceptions).学生带着已有的概念走进课堂,这些概念往往与课程中的科学概念不一致,存在错误概念(misconceptions),错误概念具有顽固性,不易通过传统的教学方式消除,并且物理前概念广泛地存在于学生中,造成学习新概念障碍<sup>[1]</sup>.在教学中研究和关注学生的前概念,设计符合学生认知规律的教学策略,才可以有效地转变学生的错误概念形成科学概念,“架桥类比”是物理教育研究者开发的一种有效地转变学生错误概念的教学策略。

## 2 架桥类比策略简介

类比推理(analogy reasoning)是根据两个或两类对象有部分相同的属性,从而推出它们的其他属性也相同的推理,简称类推、类比.类比推理是科学研究中常用的方法之一,在教学中占有重要地位,是培养学生逻辑能力的重要因素,也是提高学生学习效率的工具<sup>[2]</sup>.皮亚杰<sup>[3]</sup>在其儿童认知发展学中认为,类比推理是儿童获得解决某类问题的抽象能

力,与儿童的认知发展紧密联系。

架桥类比策略(bridging strategy)是由美国马萨诸塞大学 John Clement 和 David E. Brown 教授提出的,是一种能够有效帮助学生转变错误概念的教学手段<sup>[5]</sup>.物理与日常生活息息相关,从日常生活中学生能够得到对物理现象或问题的理解,其中有些理解是正确的,而有些理解则是片面的、不完整的<sup>[6]</sup>.架桥类比策略正是通过利用学生先前正确的物理直觉,让学生在目标情境(target)和参照情境(anchor)之间建立起一系列可联系的桥接(bridge),达到扩展学生正确物理直觉并向科学概念转化的目的,如图1所示:其中,将通过类比解释的情境或学生难以理解的情境称为目标情境;John Clement 将与已接受的物理理论粗略一致的直观知识结构定义为锚定直觉,即有效的物理直觉,并提出它可用来做参照情境的锚定直觉<sup>[7]</sup>;在目标情境和参照情境之间建立合理有用连接的媒介叫搭桥。

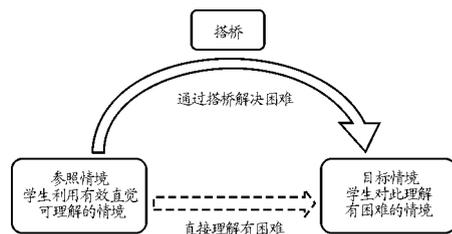


图1 架桥类比策略图示

Brown 和 Clement 提出了一个初步的列表,列

作者简介:申亚琴(1994-),女,在读硕士研究生,物理课程与教学论专业。

通讯作者:张萍(1964-),女,博士,教授,从事高等物理教育研究。

出了通过类比推理成功克服错误概念的重要因素<sup>[5]</sup>:首先,必须有一个可用的锚定直觉,即学生有效的物理直觉;其次,参照情境和目标情境之间的类比连接需要明确开发;第三,有必要让学生参与交互式教学环境中的类比推理过程,而不是简单的在课堂或讲座中提出类比,此外小组讨论使学生能够表达他们的想法和信念,帮助他们提高错误概念转变意识<sup>[6]</sup>;最后,即使学生能够适当地理解参照情境,仍然可能不相信与目标情境存在有效的类比关系,在这种情况下,教师首先要求学生在参照情境和目标情境之间进行明确比较,如果学生仍然不接受类比关系,教师则尝试在概念上建立目标和参照之间的“架桥类比”(或一系列架桥类比)。

因此,架桥类比策略的前提是研究确认学生的前概念,明确其中有效(直觉中正确的部分)的成分和错误概念,通过搭桥的教学设计,寻找合理的路径,帮助学生逐步扩展已有的正确认知,从个案到一般,从具体到抽象,从而实现概念的深度理解。

### 3 架桥类比策略在物理概念教学中的具体应用

物理教育研究表明,在没有学习牛顿力学前,许多学生认为只有那些“有活力的物体”(例如人、弹簧、汽车等)才可以对其他物体施加力的作用,即学生知道放在弹簧上的书会受到弹簧给它向上的支持力,但是他们认为桌子不会对放在它上面的书本施加力。多数传统教师并不知道学生的这个前概念,在教学中他们依据课程的科学体系直接讲解科学概念,将牛顿第三定律的表述内容告知学生,这样的教学并不有效。

研究表明:对于大多数学生而言,可以通过将手按压弹簧的情境与书静止放在桌子上的情境进行类比,在将两个情境中的“手”和“书”相关联时,通过将桌子类比成具有弹性属性的弹簧,来帮助学生理解桌子对书施加向上的支持力,而不是让他们以更抽象的方式看待桌子,如提出“反对力量”等,这样反而会增加学生的认知负担<sup>[8]</sup>。

针对有关牛顿第三定律的教学问题,使用架桥类比策略的教学设计如下。

教学问题:桌子会不会对躺在它上面的静止的书施加力?(图2)

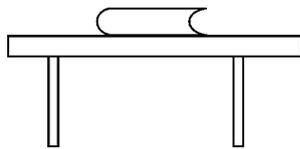


图2 目标情境

(1) 明确目标情境:一本书静止躺在桌面上,桌子是否会对书施加一个向上的支持力?

许多学生由于先前的直觉判断可能会认为桌子不会对书有向上的力,这种情况下如果按照传统教学,通过定义的方式直接告诉学生“当一个物体对另一个物体有力的作用时,同时也会受到另一个物体对它的作用力,这两个力一个叫作用力,另一个叫反作用力”,这种抽象的解释并不会让学生摒弃先前的直觉判断,不能真正体会到反作用力的存在,甚至会产生恶性循环,混乱学生的判断。

(2) 明确参照情境:使用弹簧的简单压缩作为教授牛顿第三定律的参照情境,一本书静止位于弹簧的上面,如图3所示。

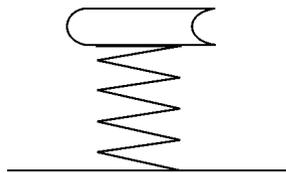


图3 参照情境

学生对弹簧的简单压缩有很清晰的认识,明白压缩的弹簧会对其上面的物体产生一个向上的力,即在参照情境下,学生能够认识到书会受到一个向上的力。架桥类比利用学生先前的直觉判断(压缩的弹簧会产生向上的力),制造出与目标情境类似的情况(静止在弹簧上的书受到向上的力),帮助学生建立起联系,让学生亲身体会其内在连接,深入理解现象的本质,慢慢建立和理解科学概念。

(3) 搭桥:一本书静止位于柔性板的上面,如图4所示。

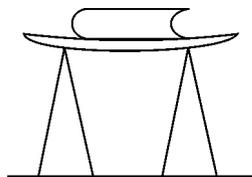


图4 搭桥

通过对比压缩弹簧的形变和具有弹性的柔性板的形变,学生能够观察和体会到,柔性板像弹簧一样

具有弹性,也受到书本的挤压发生了形变或向下压缩,这时让学生回答柔性板是否会对书施加向上的力,学生会自然而然地与参照情境连接类比,回答出柔性板会给书施加向上的力.同时通过对比发现,桌子和柔性板均是“无活力”的物体,但是柔性板可以对物体施加力,从而给学生制造出了认知冲突,学生通过亲身体会和观察认识到先前错误的物理直觉,有效帮助学生转变错误概念.

牛顿第三定律整体的架桥类比教学策略如图5所示,需要指出的是,桥梁的呈现并不是唯一的,教师需要根据学生的具体情况包括学生的直觉认识来决定合适桥梁的选择,直到学生能够利用直觉认识在目标情境中进行正确判断.

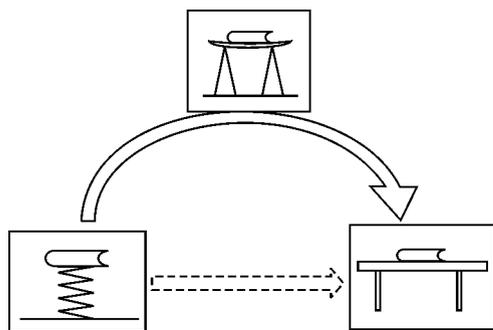


图5 牛顿第三定律架桥类比教学策略图示

#### 4 总结

综上所述,越来越多的研究者重视学生的类比推理能力,在人才培养和教学中类比推理也占据着重要地位.本文以“牛顿第三定律”下“桌子是否对书本施加向上的力”为例,具体阐述了架桥类比在

物理教学中的应用,揭示出架桥类比在物理概念教学中的重要性和有效性,进一步表明架桥类比的作用,改善了传统教学中忽视概念建立过程的不足,让学生亲身体会和观察概念的建立过程,提升对物理概念本质的认识.

#### 参考文献

- 1 DING Lin. 传统大学物理教学的困境及成因分析[J]. 物理与工程,2019(1):25~30
- 2 张萍,齐薇,王媛平,等. 基于 Peer Instruction 教学方法研究大学生物理错误概念——以动生电动势为例[J]. 物理与工程,2014,24(3):56~59
- 3 张向葵,张雪琴,高琨,等. 类比推理研究综述. 心理科学,2000,23(6):725~728
- 4 Nunes T, Bryant P, Bindman M. Morphological spelling strategies: Developmental stages and processes[J]. Developmental Psychology, 1997, 33(4): 637~49
- 5 Brown D E, Clement J. Overcoming misconceptions via analogical reasoning: abstract transfer versus explanatory model construction[J]. Instructional Science, 1989, 18(4): 237~261
- 6 申亚琴,张凡,黄惠敏,等. 大学生电磁感应错误概念的研究[J]. 物理通报,2017,36(2):21~24
- 7 John Clement, David E. Brown, Aletta Zietsman. Not all preconceptions are misconceptions: finding ‘anchoring conceptions’ for grounding instruction on students’ intuitions[J]. International Journal of Science Education, 1989, 11(5): 554~565
- 8 Brown D E. Refocusing core intuitions: A concretizing role for analogy in conceptual change[J]. Journal of Research in Science Teaching, 1993, 30(10): 1 273~1 290

## The Effective Method of Physical Concept Teaching ——Bridging Analogy Strategy

Shen Yaqin Jia Zehao Zhang Ping

(Department of Physics, Beijing Normal University, Beijing 100875)

**Abstract:** "bridging analogy" teaching strategy is based on the study of students' cognitive images and cognitive rules, effectively using students' intuition judgments derived from life experience, and promoting students' observation and thinking by presenting effective bridge analogies, and help students to improve and expand existing correct concepts or refine misconceptions by establishing the connection between the target and the anchor, promote students to effectively create and understand scientific concepts.

**Key words:** bridging analogy; preconception; misconception; physics concept teaching