

# 探讨类比教学法及其在大学物理教学中的应用

◆洪涛 刘利辉 刘晃清

(湖南大学物理与微电子科学学院 湖南长沙 410082)

摘要: 本文较为全面地阐述了类比教学法的起源、发展、类型和其在各个学科中的应用,并用实例专门讨论了如何应用类比教学法在大学物理教学中教授概念、规律等内容,以此供老师和学生们参考。

关键词: 类比教学法; 起源; 发展; 应用; 大学物理教学

## 一、类比教学法的起源

类比教学法起源于类比(Analogy),所谓类比就是两者不同但相似的事物之间的比较。古希腊称之为相称(proportionality)。类比的目的是通过对某一事物的认知来认识与它相似的另一事物。类比法已成为认知事物的一种强有力的辅助工具。它对解决问题、发明创造,决策决定和未来预见有着不可替代的作用。

在过去的几十年里,专门研究认知的科学家对类比产生了浓厚的兴趣,他们认为类比可对人们的理解和分析问题的能力有帮助。因此,在美国,类比曾被专门用在SAT测试中。SAT的全名是Scholastic Aptitude Test。它是一种始于1926年专门用于美国大学生录取的标准测试。古希腊哲学家曾视类比为共享抽象(Shared abstraction),其范围延伸到主意、形状、规律、哲理等许多较为抽象领域。一部分人视类比作为一种诱导模式,即从已知的东西推导出未知的东西,这种诱导方式思维被广泛地应用在科学、哲学等领域。

类比法已经应用到各个领域。在语言领域里有时人们的想法和向往通常是通过类比的隐喻方式间接地向外界传递出去。在文学、诗歌、卡通片和喜剧表演中,类比的应用极为普遍,用它可吸引人们的注意力,为人们带来欢乐;修饰和论证政治、理论、哲学等观点等常常需要使用类比;在法律上,应用类比对那些悬而未决的或模棱两可的事情可以达到满意的解决效果,然而,如果对于明确的法律条文,类比是被禁止使用的,这是为了防止有人借此钻法律的空子,只有那些被法律允许的类比,称之为合法类比,才被允许在法律中使用;在科学领域,类比的应用也非常广泛,被公认为是获得灵感,主意和假识的一个重要手段,且具有很强的启发性功能,但必须指出的是,用类比仅仅是给出推论而不是下结论。要得出其结论,必须要通过有关实验来验证。类比不但能帮助科学家得出推论,其本身也可用于发现某些新事物,例如,德布罗意通过对光本性认识类比提出了实物粒子具有波粒二象性。现在类比已经从理论上的应用转到实践中的应用,如类比耳朵即人工耳蜗,就是科学家通过模仿耳朵在电子和机械的基础上制成的。类比在人工智能方面也是不可缺少的,人们可以通过类比的思维来确定或删除某些信息。基因功能预测也可以通过类比来实施。但这里需要指出的是类比在生物学领域的意思一般是指两者事物的相似性而不是指它们之间有进化上的联系。类比也可以用来分析解剖学中的功能性结构,例如昆虫脚对动物脚。但解剖学上类比结构和上述生物学领域中基因功能相似性一样也是没有进化上的联系。其他领域如工程和计算机也常用类比来描述一些特定的性状和现象。总之,类比的应用十分广泛,其作用越来越多地被人们意识到。在教学领域里也不例外。下一节就专门讨论类比在教学领域中的应用以及由此而诞生的一种新的教学方法称之为类比教学法。

## 二、类比教学法的发展和其在教学上的应用

将类比的手段用于教学自有纪录以来就存在。但起初仅限于对儿童的概念教学,经过不断的发展和创新,现已渐成为一种教学体系,称之为类比教学法。它已用于教学所有年龄层次的人。类比教学法有四种主要模式,分别是搭桥式类比(Brown and Clement,1989)、类比教学模式(Dupin and Johsua,1989),用类比教学模式( Teaching with analogy TWA)(Glgmn,1991)和类比教学普通模式(General model for analogy teaching (GMAT)

(Zeitoun,1984)。其中美国乔治亚大学的Shawn Glynn教授发展的TWA模式较为流行。该模式细分为6个步骤:第一步给出所要讲的话题,然后介绍该话题的一般性知识;第二步评估所要给出的类比事例以确定学生对是否熟悉、是否能够认识到它和所要讲的话题之间有联系,即两者之间的相似性;第三步找出类比案例和所要讲的话题之间的相关性;第四步找出两者之间所有相似性,并让学生对它们进行比较、分析和理解;第五步找出相似性中的不同性;第六步在上述比较的基础上推出结论。

TWA的模式特别适合教学科学概念,类比教学法的本质就是把旧知识和新知识结合起来,通过引导语言或材料传播讲授新知识,更具体地说就是将课本中的概念、原理、定理和公式与记忆中的相似现象或结构等联系起来,推理出课本中未知的新的概念等,从而使学生能够对这些未知的东西有一个更深入的认知和掌握,达到事半功倍的效果。类比教学法的这些特点使其受到众多老师的青睐和重视。归纳起来有下列四种主要原因:

1、有利于教师构建生动事例,吸引学生课堂注意力从而提高学生的学习兴趣和信心。学生学习的动因比较重要的就是好奇和自信。当学生看到老师给他们展示一幅画、一个视频、动画或熟悉的东西时,或者听到老师给他们讲一个故事时,学生的注意力会顿时集中起来,以及会急于想了解画的背景、内容或故事的结果,或老师展示的目的是什么,由此会按老师的一步一步的引导聚精会神地进入所要学的内容,而无任何泛意。这使老师的灌输式教学化为学生的主动性学习。

2、有助于老师对抽象概念的教学以及学生对其深入理解。类比教学法的其中一个优点就是它能将难理解的问题变成通俗易懂问题、混淆的概念变成清晰的概念,难记忆的知识变成易记忆的知识。

3、有助于学生发展求异思维能力和深化对授课内容的掌握。类比事例能使学生产生好奇,发起联想和加深思维。学生可通过事例对老师甚至对自己发问,以对其中的所有奥秘和疑问求得正确的答案。

4、有助于培养学生学习主动性。学生可通过老师给出的类比事例而能举一反三,给出他们自己的类比事例,从而更进一步地提高学生的独立思考、分析的能力。

当然,老师选用的类比事例一定要为学生所熟悉和感兴趣。做到这一点,老师必须要对学生的知识背景和兴趣有一定的了解。

用于类比教学的类比类型有很多种,但如下的14种类型最为常见:

- 1、同义和反义,如冷和热。
- 2、部分和整体,如桌腿和桌子。
- 3、原因和影响,如电商的增加和店面的减少。
- 4、事情和功能,如不能使用暴力和法律。
- 5、事物和特征,如牛顿科学家和力学。
- 6、事物和背景,如田野和农作物。
- 7、事物和类型,如英雄人物和拍成的电影。
- 8、分类和亚分类,如形态和三角型。
- 9、物体和归别,如火车和运输工具。
- 10、不同的级别,如凉风和寒风。
- 11、事实和看法,如水和很热。
- 12、步骤和过程,如改稿和写作。
- 13、问题和答案,如生病和治疗。
- 14、符号和意义,如红十字和慈善机构。

在这14种类型中,有的使用频率较高,有的则较低。到底用什么类型,用多少类型,大多取决于老师的偏爱、课本中的话题、学生的知识面和学生的兴趣。但无论选用哪种类型,所选用的类比事例一定要为学生所熟悉。否则学生的学习兴趣很难被调

动起来,有时学生还会因此产生抵触情绪。所以,类比教学法进行教学并不是一件简单容易的事情,它需要被不断地探索和研究,以找出一条符合自己实情的路。

大学物理是老师和学生公认的一门难懂的课程。我在教学大学物理时,对不同的内容采用不同类型的类比教学法。具体举例如下。

1、引入新概念时用类比内容、情境和事例进行铺垫,此法能够很好地提高学生对新概念的接受和理解。

例如,在介绍动量概念时,如果先问一个问题:哪一个落体会伤人,是石头还是树叶。学生的兴趣会被立刻地激发出来,他们会异口同声地回答是石头,因为石头比树叶重得多,而且下落速度快得多。这时,老师引入动量概念并给出其表达式,学生会很容易明白石头的动量大而树叶的动量小,动量是描述物体运动状态的物理量,是物体的质量和速度的乘积。

2、采用知识点的类比设问,可以使新的结论轻轻松松地呈现出来。

例如,在讲到质点转动效应时,学生已经知道了力是质点运动及运动状态发生变化的动因,动量是描述质点平动的物理量、是和平动相联系的守恒量,动量随时间的变化率等于质点所受的

合外力,其数学表达式为  $\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F}$  (质点动量定理的微分形式)。那么,角动量随时间的变化率又取决于什么呢?当在黑板上写下角动量随时间的变化率的表达式

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d(\vec{r} \times \vec{P})}{dt} = \vec{r} \times \frac{d\vec{P}}{dt} + \frac{d\vec{r}}{dt} \times \vec{P},$$

右边的第二项  $\frac{d\vec{r}}{dt} \times \vec{P}$  为零,

而得出  $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{r} \times \frac{d\vec{P}}{dt}$ , 其中,  $\vec{r} \times \vec{F}$  就是质点所受的力对固定点的力矩  $\vec{M}$ , 即  $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$  (质点的角动量定理的微分形式), 质点对固定点的角动量随时间的变化率等于质点所受的合外力对同一个固定点的力矩。此时水到渠成即得出力矩的定义及质点的角动量定理, 质点所受的力矩是质点绕点转动的动因, 从而帮助学生

学生对结论的理解和掌握。这里采用类比的方法提出问题, 为新的结论做出了很好的铺垫。

3、用之前学过的旧知识和将要学的新知识作为类比能带来双倍的效果, 使学生既能够温习和巩固知识, 又能够理解和掌握新知识, 并且领会到类比思维方法的重要作用。

例如, 在讲授库仑定律时, 让学生比较牛顿引力定律及库仑定律表达式, 并引入物理学家扬振宇于 1978 年 7 月 6 日在上海物理学会演讲的一段话: “我曾经把库仑的文章拿来看了一眼, 发现他写出的那个公式同实验的误差达到 30% 以上, 估计他写这个公式, 一部分是猜出来的。猜测的道理是因为他已经知道牛顿的公式。之所以要和大家讲这一点, 是因为所有物理和数学最前沿的研究工作, 很大一部分力量要花在猜想上。在别的方面可能也是这样, 则不过我不太熟悉罢了。当然这并不是说可以乱猜, 猜必须建筑在过去的一些知识上面。你过去的知识愈正确、愈广泛, 那么猜到正确答案的可能性就愈大”。这一段关于由引力定律类比出库仑定律的一段话, 能很好地促使学生在学习过程中去学习和领悟思维方法。同时, 通过具体计算, 让学生了解万有引力和静电力之间差异, 了解引力场和静电场。通过对引力和电力之间相同点和不同点的比较, 学生不仅了解静电场的特征, 同时又温习了牛顿引力场的特征。

4、用类比的方法提出新的理论假设, 有助于学生了解新理论产生的时代背景、加深对新理论精髓的理解、进一步拓展了学生的科学的思维方法以及学习科学家大胆创新的精神。

例如, 在讨论实物粒子的波粒二象性时, 回顾人类对光本性的认识历程, 而自然地意设到人们对实物粒子的认识是否具有片面性呢? 由此顺风顺水、环环相扣、循循善诱引导出德布罗意的实物粒子的波粒二象性假设。

5、在知识板块的学习构建中, 类比法的应用有利于学生对

所学知识触类旁通。

例如, 从质点运动遵循的规律中, 采用类比法, 可以直接写出刚体定轴转动所遵循的规律。还有从静电学包括真空中的静电场、静电场中的导体和电解质的性质和规律中, 采用类比法, 容易得出静磁场包括真空中的静磁场、静磁场中磁介质的性质和规律。所有这些类比法的应用有助于学生知识点的迁移、帮助学生

学习过程中活学活用、融会贯通。  
由上述例子可以看出, 在大学物理教学中引入类比教学法能明显地帮助学生认识和理解新知识, 提高他们的学习解题能力以及学习大学物理的兴趣。然而需要指出的是并不是所有的话题都可以引入类比教学法或所有的事例都可以用作类比教学法中的类比事例。若类比事例引入不当, 则可能取得相反效果。学生可能会由此产生认识上的错误, 这对老师的后续教学增加难度。因此使用类比教学法一定要慎重。注意类比事例与所要教学的内容相匹配, 要了解学生对类比事例的熟悉程度和理解程度, 另外也要注意引入的方式。一般说来常见的引入方式有以下几种, 直接类比法、因果类比法、对称类比法和拟人类比法, 针对特定的物理话题还可以继续分为对概念的类比, 规律建立时的类比、演示实验类比和探究实验活动类比等引入方式。了解什么样的引入方式是最恰当的、学生所熟悉的的类比事例, 以及什么样的类比事例是学生最为最喜欢的, 对提高大学物理教学质量至关重要。要做到这些, 老师必须要在课前作一番调查研究。只有这样, 才能真正发挥出类比教学法的优势, 使其在大学物理教学中产生更好的效果。

**结束语**

高校的教学质量是衡量优劣的一项关键指标, 因此每个学校尤其是高校都在注重改进教学方法以提高教学质量。类比教学法在实践中已被证明对教学质量的提高有显著的帮助, 它可以使学生温故知新, 对新知识有较强的理解能力、分析能力和记忆能力、并增加学生学习兴趣, 学习能力及提升老师的教学效果; 另一方面采用类比教学法也省时省力, 是一种经济实效的教学方法。正因为如此, 现已被广泛地用于各门学科的教学中, 然而如何更有效地运用类比教学法使其发挥出更好的作用对我们来说仍是一个挑战。这是因为如前所述, 并不是所有的教学内容都可以引入类比教学法或者类比教学法可以被简单地直接地采用到教学当中去, 我们因此需要通过反复研究、实践找出对我们课程最合适的类比教学法、类比类型以及类比教学法引入方式。一般说来在众多的类比教学法当中, Glynn 的 TWA 模式可能对大学物理教学更加合适, 因为它相对来说较注重类比事例和所要教学的内容的相关联系, 它能从这些相关联系中解释新教学的内容即新知识, 学生能从这种模式中温习巩固旧知识、又可理解和掌握新知识, 这对提升学生的学习物理兴趣和和能力有着极大的帮助。达到了一箭双雕的效果。因此, 建议老师如有可能应尽量采用 TWA 模式教学大学物理。最后愿本文能够起到一种抛砖引玉作用, 使我们的教学水平和质量更上一层楼。

**参考文献:**

[1] Brown, D.E., & Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer vs. explanatory model construction. *Instructional Science*, 18, 237-261.  
[2] Dupin, J., & Joshua, S. (1989). Analogies and “modeling analogies” in teaching: Some examples in basic electricity. *Science Education*, 73, 207-224. Glynn, S.M. (1991). Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model. In S.M. Glynn, R.H. Yeany & B.K. Britton (Eds.), *The psychology of learning science* (pp. 219-240). Hillsdale, NJ: Erlbaum.  
[3] Zeitoun, H. H. (1984). Teaching scientific analogies: A proposed model. *Research in Science & Technological Education*, 2(2), 107-125.