

在建模的过程中培养教师的创造能力

江卫园

【摘要】本文从对《九年义务教育全日制小学自然教学大纲》《2022 版科学课程标准》中关于观察实验、逻辑推理、创造力之间关系的分析，探讨刘默耕教育思想中关于科学思维培养的内涵以及在新时代的发展，提出培养学生创造能力要从培养教师创造能力的观点。并以《我们衣服的材料》一课“建构测试衣服防风性模型”为例，探讨在建模过程中培养教师创造能力的理论基础、实践过程以及教师指导学生建模过程中需要注意的问题等。

【关键词】教师 建模 创造能力

刘默耕在起草 1982 年《九年义务教育全日制小学自然教学大纲》时，把“学科学、用科学的能力”具化为“观察能力、实验能力、逻辑思维能力、想象能力、创造能力”。他强调：能力的发展，还是要通过实际锻炼。就这几个具体能力的发展来看，在教学实施时也不能各搞一套，而应该也只能通过具体的观察、实验活动，在发展观察能力、实验能力的过程中来发展逻辑思维能力、想象能力和创造能力，而在发展逻辑思维能力、想象能力和创造能力的过程中，又可以促进观察能力、实验能力的发展。这段话阐明了观察实验、逻辑推理、创造力之间的关系。

李培实在《学〈九年制义务教育全日制小学自然教学大纲〉的一些体会》一文中从实践的角度提出了具体落实方法：通过自然学科的学习，可以发展学生的智力。学生在观察周围自然事物的过程中，在用实验验证自然事物的性质的过程中，既能发展观察、实验能力，又能为发展思维能力提供具体材料。学生在寻找自认事物的本质特征的过程中，能发展抽象和概括的思维能力。学生在掌握概念和概念之间的区别、联系的过程中，能发展判断、推理等思维能力。学生对一些不能直接感知的自然事物的认识过程中，能丰富和发展想象能力。学生在搞小发明、小制作和设计实验的过程中，能启发和发展创造能力。李培实在这段话中具体阐明了发展学生思维能力的途径。

再来看《2022 版科学课程标准》。其中指出，科学核心素养包括科学观念、科学思维、探究实践、态度责任四个维度。科学思维是从科学的视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识方式，主要包括模型建构、推理论证、创新思维等。模型建构体现在：以经验事实为基础，对客观事物进行抽象和概括，进而建构模型；运用模型分析、解释现象和数据，描述系统的结构、关系及变化过程。推理论证体现在：基于证据与逻辑，运用分析与综合、比较与分类、归纳与演绎等思维方法，建立证据与解释之间的关系并提出合理见解。创新思维体现

在：从不同角度分析、思考问题，提出新颖而有价值的观点和解决问题的方法。这段话其实有两层含义，其一，这三个方面不是各自独立的，而是存在着密不可分的关系。其二，模型建构离不开归纳推理与类比推理，模型检验与模型解释离不开演绎推理，也就是模型建构离不开推理论证。模型建构是目的、推理论证与创新思维是实现模型建构的手段。通过归纳推理、类比推理的方式建构出模型的过程就是创造思维发挥其新颖性与价值性的过程。

通过对比可以发现：刘默耕早在 1982 年《九年义务教育全日制小学自然教学大纲》中提出的关于培养学生思维能力、创造能力的观点与途径，在《2022 版科学课标》中得到了传承和发展。从 1982 年到 2022 年的 40 年间，无数的自然、科学教师躬耕不辍，践行刘默耕老师的教育思想，培养学生的思维能力和创造能力。但是不可否认，我们在学生创造能力培养方面还存在着一些问题。

一、现实问题分析及确定研究目标

在小学科学的学习过程中，很多科学概念的建立都是通过建构模型、运用模型进行分析、解释获得的。根据原型分析建构出一个模型的过程，对于小学生来说是从无到有、从简单到逐步完善的过程，也就是创新的过程，因此能够根据原型创建一个全新的模型成为判断学生是否拥有创新能力的标准。可是在教学过程中会出现这样的问题：学生在理解原型后，即使给了充裕的时间进行研究、交流，也不能小组合作或者自己独立由原型建构出模型，最后只能用老师给定的模型进行研究。

出现这种现象的原因是：

一是教师自身不理解依据原型创造一个模型的思维方法。首先，每一个科学老师都有丰富的学习经历，但是由于过去教学中缺乏对建模思维方法的指导，这些老师在学习的过程中，都是根据老师给定的模型进行研究的，所以很多老师并不知道在依据原型建模的过程中应用哪种思维方法。其次，很多老师在教学过程中都曾经多次运用已知的经典模型进行研究和教学，有一部分老师根据自己的教学经验和需要创建新模型提高学生学习效率，他们通常这样思考：我以前创建的模型在教学中出现了一些问题，今年我这么改进了就非常好，说明这样改进是对的。这种依据经验的建模缺少理论的支撑，更谈不到创新建模的思维方法。

二是教师在教学设计及教学过程中没有意识到学生依据原型建构模型的意义。很多老师不知道学生依据原型建构一个模型是学生创造的过程，是学生创新能力发展的过程，这个过程对于培养学生的创新能力至关重要。因此，平时上课的过程中，因为课上教学时间短、学生活动起来乱显得学习效率低等原因，不愿意留给学生思考、讨论、建模、修改模型的时间，而是直接给学生一个建构好的模型进行研究，错失了培养学生创新能力的最佳时机。

笔者认为：要想培养学生的创造能力，首先教师自身要具备创造能力，因此培养教师创造能力成为教师培训的重要目标。

二、在模型建构过程中培养教师的创造能力

（一）建模理论研究与分析

模型有很多种分类方法，比如，按研究领域划分，可以分为生物学模型、物理学模型、地球科学模型等；按照功能划分，可以分为研究模型、解释模型；还可以分为实体模型、数学模型、概念过程模型，以及平面模型、立体模型、动画模型等。在小学科学教学中最常见的是为研究某一事物建构出来的实体模型，学生通过运用实体模型进行实验、观察，来解释研究事物。因为这种模型凝练了被研究事物最重要的特征，具有直观、生动、可操作、可观察等优点，因此更适合小学生。

斯科特·佩奇在《模型思维》一书中提出：构建模型有三种方法：具身法、类比法和另类现实法。其中类比法是小学科学建构模型中最常用的方法。

科学类比方法是在科学研究中依据两种事物在某些属性上的相似性(或相同性)推出其他方面的属性也可能相似(或相同)的一种创造性科学思维方法。类比推理所依据的是两种不同事物之间的共性，但由于事物之间也存在着差异性，所以，其依据是不充分、不全面的；另外，类比推理结论的可靠性还取决于类比属性与推理属性之间的联系程度，所以，该类方法都带有一定的或然性。

类比推理形式如下：

事物 A 有属性 a, b, c, d;

事物 B 有属性 a, b, c;

所以，事物 B 有属性 d。

喻伯军主编《义务教育课程标准（2022 年版）课例式解读——科学》一书中指出，模型建构经历以下几个阶段：分析现象——辨析问题——形成假设——建构模型——解释现象——解决问题——形成预测。

通过上述文献可以发现，建模是一个从无到有的过程，对小学生来说是一个创新的过程，是培养学生创新能力的关键点。对于教师来说也是如此，教师为了突破学生学习的难点想创建一个新的模型，既是一个从无到有的过程，也是培养教师创新能力的关键点。回顾科学家、工程师研究的建模研究过程，都是如此。例如：科学家在研究天体之间的关系时创建了太阳系模型。在研究日食、月食的过程中创建了三星球等。同时根据小学生年龄的特点，小学阶段最常使用的是类比建模法，在运用类比建模法建模的过程，学生需要根据对原型的分析建构一个模型，怎样搭建原型与模型之间的桥梁，引导学生学会建模关键，也是学生即使理解了原型也不会建模的原因。因此本研究着重关注培养教师从对原型的分析到

依据原型运用类比推理的方法创建一个新模型的策略研究,提高教师的建模能力与创造能力。

(二) 在建模过程中培养教师创造能力的实践

教师是否能够运用类比建模的方法建构模型,是课堂教学中能否指导学生建模能力的基础,如果一个老师自己不会依据科学原理建构模型,更不要提引导学生掌握建模方法了。因此,教师依据原型建模的能力培养至关重要。下面以“建构测试衣服防风性模型”为例进行说明。

1. 选择“建构测试衣服防风性模型”为例的原因

“建构测试衣服防风性模型”来自于湘科版三下《我们衣服的材料》一课。《我们衣服的材料》一课,以衣服的材料为载体,帮助学生认识到我们的内外衣服制作材料的不同是因为材料的性能不同,这样才能满足我们不同的需要,人们可以采用不同的材料制作衣服来满足不同的需要。

课文安排了学生通过观察布料的孔隙推测布料透气性的活动。孔隙大小与透气性有什么关系?为什么说孔隙大透气性就好呢?这个问题成年人回答起来很容易,他们根据生活经验就能说出准确的答案。但是对于三年级的学生来说,他们的生活经验比较少,就需要通过实验来获得答案。找答案的过程就是一个创建新模型的过程,这个新模型对于教师来说也是新的,也是培养教师的建模能力。

2. 创设情境提出问题

创设一个真实的情境需要建模解决问题,而这个新建的模型是以前老师们没有接触过的,对所有老师来说都是一个创新模型。教师“建构测试衣服防风性模型”的过程,同样经历解决真实问题的过程。

(1) 情境: 冬天我们去滑冰滑雪时经常刮大风,我们需要穿防风的衣服,我这里有三块布料,哪块布料适合做滑冰滑雪时穿的衣服呢?你有什么办法把防风面料挑出来?

(2) 教师提出自己挑选适合做滑冰滑雪衣服布料的方法。

教师 1: 布料放在胳膊上,我用吹风机对着布料吹气,如果感觉不到气吹到皮肤上,就说明不透气,适合做滑冰滑雪时穿的衣服。

教师 2: 我看网上有这样的视频,中间竖着一件衣服,衣服两边分别是点燃的蜡烛和吹风机。用吹风机对着衣服吹风,如果对面的蜡烛火焰没有晃动说明布料不透气,适合做滑冰滑雪时穿的衣服。

(3) 引导教师发现依据经验建模的问题。

指导教师根据自己的设计完成实验装置并尝试使用装置进行实验,依据实验结果解释哪种布料更适合做滑冰滑雪时穿的衣服。在实践的过程中教师自己就发现了下面的问题:

教师 1：把布料贴在自己的皮肤上，用吹风机吹风或者用嘴吹风时，只能自己感受到有没有风吹过布料，别人看不到并不认可。

教师 2：因为布料不是很大，用吹风机吹气，风的面积比较大，绕过布的边缘直接吹到了皮肤上，影响了实验效果。

这些仍然只是表面上的问题，当我们引导老师总结依据原型建模的方法时，老师们茫然了，因为他们只是依据经验和别人的方法来建模，并没有科学方法。对于这样简单地依据原型建构模型来说，只要反复地修改完善，终能完成一个比较完善的模型。如果面对一个复杂原型的建模呢？如果是没有建模基础的学生来说呢？就很难顺利地完建模，因为在建模的过程中只有经验的参与，没有怎样从原型分析到创建一个模型的方法。因此老师们急需依据原型建模的方法。

(4) 明确理论依据，尝试类比建模。

第一步描述原型：人穿着衣服，风吹到衣服上，穿过衣服面料吹到皮肤上，皮肤感觉到了，我们就能判断出衣服面料透气。

第二步抽取原型关于要研究问题的关键因素：在研究衣服面料防风性这个研究问题中，关键因素是风、面料、皮肤。

第三步运用联想与想象建立原型和模型的关系。这是模型从无到有的过程，是创建模型关键点，师生创造能力的培养在这个环节形成。首先是衣服的面料，是从不同衣服上剪下来的，大小一致；其次是风，怎样才能创造风呢？用嘴吹、用气筒打气、用吹风机吹风都可以，因为生活中常见，所以比较容易。第三是皮肤，皮肤的作用是感受风，如果我们都用自己的皮肤来做这个实验，只有我们自己能够感受到，别人感受不到。每个人都需要试一试，每个人的感觉有时又有差别，会造成实验的不准确，最好能够看到风。怎样才能看到风呢？这是本设计的难点。这时的思维方法是联想与想象，联想生活中我们是怎样看到风的？塑料片、树叶等轻小的物体在天空中飞、旗帜飞舞起来等。能不能用一些轻小的物体代替皮肤呢？如果风吹过布料，轻小的物体能够晃动，说明布料不防风，如果轻小物体不晃动，说明布料防风。

用表格来梳理这个过程：

原型	模型
风（自然界的风）	气筒打气（模拟风）
衣服（面料）	布料（模拟衣服）
皮肤	树叶等轻小物体（模拟皮肤）
衣服（面料） 透气不防风	树叶晃动说明布料透气

类比推理

分析：依据原型建模的过程中，出现了相反的思考过程。在建模的过程中，是在模型分析的基础上，依据模型要素找模拟材料；在解释的过程中，是依据模型分析解释原型。

（5）建模过程的思维分析：

类比建模的形式为教师依据原型建构模型提供了思维的方法，引导教师从经验建模转变为理论支持下的建模，不仅知道了干什么，更知道怎么干。

建模的过程是技术发明的过程，新的模型从无到有，培养了教师的创造能力；模型改进的过程，是模型从简单到复杂，从不完善到完善的过程，是技术革新的过程，培养了教师的创新能力。



在依据原型要素寻找模型要素的过程中，运用了联想与想象，培养了教师的形象思维能力。

运用模型实验结果解释原型的过程中，运用了演绎推理思维，培养了教师演绎推理能力。

以上是培养教师类比建模能力的过程，在这个过程中，教师经历了类比建模的全过程，掌握了类比建模的方法，并准确掌握了建模中的关键点和难点，发展了创造能力，还为教师在课堂上能够准确地指导学生建模做好了准备，所以这个过程至关重要。

四、实践成效

以上从对《九年义务教育全日制小学自然教学大纲》《2022 版科学课程标准》中关于观察实验、逻辑推理、创造力之间关系的分析，探讨了刘默耕老师教育思想中关于科学思维培养的内涵以及在新时代的发展，并以《我们衣服的材料》一课面料防风性实验模型创造为例，探讨了在建模过程中培养教师创造能力的理论基础、实践过程以及教师指导学生建模过程中需要注意的问题。实践发现：教师掌握了类比建模的方法，并能把自己学到的方法和能力，转变为引导学生学习类比建模的方法，培养了师生的创新思维与创造能力；教师明确了创新建模的思维方法：分析原型——形成假设——建构模型——解释现象——解决问题——形成预设。并能够依据这一思维方法在教学过程中根据自己的需要创建新模型；在教学过程中，教师能够主动运用创新建模的思维方法进行教学设计，在探究实践过程中引导学生创新建模。

参考文献

- [1] 评论员. 自然课改革怎样理解能力—学习刘默耕小学科学教育思想之五[J]. 小学自然教学, 2000 (1.2): 4.
- [2] 中华人民共和国教育部制定. 义务教育科学课程标准(2022年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社.
- [3] 李培实. 九年制义务教育教学大纲研究 学习《九年制义务教育全日制小学自然教学大纲》的一些体会[J]. 课程·教材·教法, 1989 (4): 1-4.

(作者单位: 北京教育科学研究院通州区第一实验小学杨庄校区)