



基于学生学习路径的物理教学

郑志湖

(浙江省天台中学 浙江 台州 317200)

(收稿日期:2017-10-04)

摘要:学生的学习路径,即学生已有的知识和经验、思维过程、知识表征方式.通过获取和分析研究学生物理学习路径,得到学生是怎么学的,学生应该怎么学?教师就要优化和创设学生学习路径,形成以物理核心素养培养为目标,以原有知识和经验为起点,以思维路径为主线,以优化知识表征为目的的物理教学策略.

关键词:学生学习路径 知识与经验 思维过程 知识表征 物理教学策略

美国心理学家加涅在所著《学习的条件》一书中将学生的学习路径分为不同类型.而在实际教学过程中,任何一个班级的学生物理认知发展水平和知识的存储都有一定的差异.不同物理课型学生的学习路径不同,同一物理课型中不同学习内容的学习路径不同.显然,单纯从物理知识角度进行分析还远远不够,更应分析学生已有的知识与经验、思维过程和知识表征方式,我们称之为学习路径.在充分了解学生已有的知识和经验,分析物理问题的思维过程和对物理问题的习惯表征方式基础上,站在学生的角度设计教学,把握学生的学情,确定学生的最近发展区,构建最适合学生学习路径的物理教学策略.

1 学生物理学习路径获取

1.1 学生已有物理知识与经验获取

已有知识经验可运用教材分析法,从所学物理教材了解学生共性的问题,从物理核心素养的物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任这4个维度来分析;访谈分析法是在学生学习共性基础上,融入学生个体差异;问卷调查法是一种涉及到学生个体的调查方法,了解学生学习经历、学到了什么和掌握程度3个方面入手.观察法是在课堂教学过程中和学生作业中获取学生的学习途径.

1.2 学生思维过程的获取

通过与学生交谈和导学案等途径分析学生思维起点;通过师生互动、问题解决,让学生呈现自己的思维过程和思维方法;运用观察法,教师看学生做,教师听学生说;运用预测法:教师预测学生思维过程,教师推测学生的思维过程.

1.3 学生知识表征的获取

知识表征是一个状态量,是静态的.学生的知识表征可以是语言、文字、图像、公式、概念图、知识结构图等.通过课堂师生互动,随堂检测、作业展示中获取学生知识表征方式.

2 学生的物理学习路径分析

教师对学生学习路径分析要体现全面性、清晰性和稳定性.学生已有的知识和经验是一切学习活动的起点和基础,分析学生实际需求、学习动机、学习兴趣,学生的认知状态和发展规律,分析掌握学生学习该内容所具备的与该内容相联系的已有知识与经验,分析学生个性差异、最近发展区和新旧知识联系,判断用于同化或顺应新知识的支点.

通过分析学生对知识的思维起点,以起点为基点分析学生的思维流程,通过学生思维过程障碍的分析,分析学生知识结构和认知结构的偏差、思维中

原有的错误前概念,分析学生思维形式、思维方法和思维过程;教师要从学生视角入手找到学生思维的难点之所在,分析思维障碍如何突破。

物理问题表征按表征样式分析,包括语言表征、事物表征、原理表征、数学表征。通过表征质量分析,掌握不同的表征方式所反映出的学生对物理问题的理解深刻程度,从而判断学生对知识的掌握程度;通过表征变化分析,掌握学生知识能力水平的提高程度,分析学生由单一的表征方式向多表征方式转换,掌握学生对问题的理解程度。

物理学习路径并不唯一。物理学习路径随着教学理念、学生原有知识和经验、教师教学经验、学校教学资源的发展而变化。在物理教学中要从学生、学校与教师的实际情况出发,来选择当前最适切的学习路径。

3 基于学生学习路径的物理教学策略

学生学习的起点、学习过程中所经历的思维过程、知识的表征方式都是隐藏在学生头脑中的,像被装在黑盒子里一样不能直接被观察到,不同学生的物理学习起点、思维过程与知识表征是不同的,并且还会因学习环境的作用而发生不同的变化。教师必须基于学生学习路径,形成教学策略,即以物理核心素养培养为目标,原有知识经验为起点,以思维路径为主线,以优化知识表征为目的。

3.1 以原有知识和经验为起点

学生已有的知识和经验是学生一切学习活动的基础,针对学生已有不同的知识和经验采取相应的教学策略。

3.1.1 利用原有知识经验同化新知识

学生的原有知识和经验是新知识学习的基础,教师应当在旧知识与新知识之间为学生牵线搭桥,引导学生利用原有知识经验同化新知识。学生在学习新知识时,新信息首先进入短时记忆,与来自长时记忆的原有知识经验建立一定的联系,然后构建新知识的心理意义并纳入原有的认知结构中,这就是旧知识吸纳新知识的“同化”过程。同化学习可分为3类,即下位学习、上位学习与组合学习。新知识是旧知识的类属时为下位学习,一般可理解为一般到

特殊的学习,如匀变速直线运动到自由落体运动的学习。新知识包括旧知识时为上位学习,一般可理解为特殊到一般的学习,如理想气体的等压、等容与等温变化到状态方程的学习。新旧知识间是并列关系时为组合学习,如平抛运动到电场中的类平抛运动的学习等。

同化教学策略需要关注3方面的内容。首先是确定学生的原有知识经验对新知识的学习是否可以利用,如果可以利用,就为新知识的学习提供必要的固定点。其次是分析原有知识经验与新知识的区分,防止新旧知识的混淆。最后是分析固定点作用的原有知识经验是否稳定、清晰,因为这既影响到为新知识提供固定点的强度,也影响到学生是否对旧知识作出区别,如折射定律的掌握程度直接影响到学生对光的全反射学习路径。

3.1.2 创设情境 主动探究生成新知识

当学生对新知识的学习缺乏足够的知识与经验或者旧的知识与经验与新知识有较大差异的时候,由于原有的知识与经验不能为新知识的学习提供固定点,同化学习的方法很难发挥作用,学生往往会偏向于选择顺应学习的方法,通过吸收、补充、修正的方法重构原有的认知结构。学生对这类新知识往往没有足够的感性认知体验,也缺乏足够理性的认知基础,教师应该创设情境,引导学生自主探究,如牛顿第二定律的学习。

3.1.3 感知错误认识错因获得新知识

如果原有知识经验与新知识的学习发生矛盾时,学习者必须先对原有的认知结构进行修改或重构,依靠修改或重建后的认识结构去组织新知识,由于思维定势,学生一般都不会主动去修改或重构原有的认知结构,学生只有在切身体会到原有的知识经验的局限性或错误之后才能产生修改或重构的意愿,特别是错误的知识与经验,对新知识的学习会起到负面作用,此时,就要想方设法让学生通过感知错因获得新知识。其中有一类错误原因,教师是可以事先预测的,教师有目的地设置情境,让学生通过深入分析和辨别感知错误原因,从而彻底消除学生的错误。另一类错误原因,教师事先不清楚,通过课堂教学过程、作业批改和学生访谈等途径去发现的,如万有引力提供向心力中线速度与轨道半径关系。

3.2 以思维路径为主线

高效课堂的一个重要标志是教与学的思维保持高度的一致性. 课堂教学中, 教师的思维必须贴合学生的思维, 根据学生学习过程中的思维习惯、困难与错误, 教师应采取不同的教学策略.

3.2.1 依据思维路径确定教学顺序

学生的思维是有共性有规律的, 对于新知识的学习, 学生的思维一般遵循从定性到定量, 从具体到抽象, 从现象到本质, 从简单到复杂, 从特殊到一般的认知过程. 教师应该随时捕捉学生的思维路径, 基于学生的学习路径开展教学, 根据学习状态调整教学节奏和教学顺序. 这要求我们的教学设计要有充分的预设, 要有一定的灵活性.

3.2.2 根据思维难度搭建教学支架

学生的学习路径不可能总是顺畅的, 学生的思维在遇到障碍的时候需要得到一些支持. 支架式教学是指教师依据学生的需求给予他们支持, 在学习的关键环节帮助学生完成“伸手不能及”的学习任务, 当他们的学习顺利后及时撤走这种支持. 支架式教学策略要求教师把教学定位在学生学习的最近发展区内, 教师的“教”只是为学生搭建学习的“支架”, “帮助”“协助”而不是“代替”学生学习, 它的教学形式是把复杂的教学内容和学习任务加以分解, 层次递进. 从呈现的内容上看, 支架式教学可分为理论支架与事实支架.

(1) 理论支架

理论支架是在学生思维遇到障碍时, 教师通过语言或文字的形式向学生提供对思维起引导与铺垫过渡作用的理论性协助. 其中一种形式是问题引导, 问得好即教得好, 见缝插针式的课堂提问是衔接学生思维断点的有效手段, 教师对课堂的预设不可能完全符合课堂教学的实际, 如果学习台阶设置得过高则会引起学生思维的障碍, 此时教师可以给学生搭建一些富有启发性的问题支架协助学生的学习. 还有一种形式就是类比铺垫, 当学生在新的学习情境中学习一种新的知识时, 一般都会有畏惧的心理, 学习的难度自然会比较大. 当所学的内容与已有的知识具有相似性的时候, 教师可以给学生创设类比支架, 运用知识迁移的方法将陌生的情境转化为熟悉的情境, 使学生原有的知识经验得到有效的利用,

从而降低新知识的接受台阶.

(2) 事实支架

事实支架就是在学生思维遇到障碍时, 教师通过实验或视频的形式向学生提供对思维起引导与铺垫过渡作用的实践性协助.

高中学生具备了一定的批判性思维能力, 单纯用理论推导得出的结论往往会受到学生的怀疑, 特别是当学生对这种结论所对应的物理现象缺乏直观体验的时候, 学生对这个理论的接受程度会明显下降, 教师要让学生实验探究, 使学生在实验中丰富与修正自己原有的认知结构.

3.2.3 利用思维定势引发认知冲突

不良的思维定势对物理的学习起到消极的影响, 我们可以通过思维定势引发认知冲突, 学生对冲突的解决过程也就是自觉完善自身知识结构的过程. 使学生在认知冲突中完善自己的思维结构, 同时提升思维的严谨性.

3.3 以优化知识表征为目的

知识的表征是指信息在大脑中记载和呈现, 也就是信息在大脑中建构和再认. 知识的表征方式一般可分为表象、命题、线性排序和图式4种, 同一知识可以用多种方式来表征, 我们要引导学生选择最佳的方式来表征知识.

3.3.1 强化表象表征

表象源于感知, 由于物理源于生活, 又是一门以实验为基础的学科, 几乎所有的物理知识都有栩栩如生的生活背景, 在教学中, 要尽可能通过实验、视频、图片、动画和肢体语言等方式为学生提供感性素材. 我们可以通过演示实验, 随堂实验或实验室实验的方式让学生直接感受物理现象. 有些物理现象不容易被观察, 甚至超出了人的感知能力, 我们可借助于现代化的教学手段.

引导学生关注关键特征. 因为表象源于感知却高于感知, 表象比感觉、知觉更进一步, 表象具有概括性. 教学活动总是在一定的教学情景中展开. 影响学生知觉选择的因素很多, 物理现象的关键特征不一定总会被学生感知到, 人总是倾向于选择性地注意出乎意料的、突如其来的活动以及强烈的明暗对比, 这就要求我们在课堂教学中注意调控意外事件的发生, 把握好课堂教学的氛围, 对重点内容要适当

增加声音的强度和动作的力度以引起学生的知觉.同时,由于人脑中的表象只是一种概括的心理意象,一些重要的细节特征很容易被忽略掉,这也需要教师对学生作特别的引导才能引起知觉,比如物理图像,一般人总是注意图像的整体,往往不能区分 $x-t$ 图和 $v-t$ 图,也常常混淆振动图线和波动图线,所以教师在展示图像的时候要引导学生关注图像的纵坐标,这些细节特征虽然并不显眼,但对理解图像意义有重要意义,只有通过有意的引导与训练,学生才能建立正确的具有实际意义的表象.

3.3.2 优化命题表征

当操作任务比较复杂时,人们偏向于采用命题来表征知识,进行命题的转换,因为命题能表征对象的含义及不同对象间关系的信息,且归纳、总结和概括比表象表征更强.单个命题是陈述性知识的最小单元,同一主题的命题会发生相互联系时构成命题网络,它们都是推理和解决问题的基础.

优化命题表征还要求选择合适的表征对象.有些知识既可以用表象表征,又可以用命题表征,但有些知识只能用命题表征,命题表征特别适用于那些复杂的、富有抽象含义的物理知识.

3.3.3 明确线性排序

线性排序是一种基于经验积累的解决问题的操作流程或思维顺序,优秀的学习者大脑中一般储存有大量的不同类型线性排序,所以这样的学生在解决具体问题时非常的快速而又高效.物理学习的一个重要目标是解决物理问题,线性排序直接指向问题的解决,良好的线性排序是学以致用的重要途径,

教师在教学中应该明确学生大脑中需要具备哪些线性排序,然后通过不断的强化训练内化为学生大脑中的线性排序.

高中物理需要很多的线性排序,线性排序是一种程序性知识,这些解决问题的流程与思维顺序需要教师引导学生一题多解,一题多变,多题归一才能习得.

3.3.4 利用图式表征

在物理知识的综合应用阶段,适合于应用图式表征.图式是陈述性知识更为高级的单位,图式是主体内部的一种动态的、可变的认知结构,往往综合了命题、表象及线性排序.它是学生对自己熟悉的类型、事件、文本或其他各种实体中命题、次序及知觉信息所作的综合.

认知心理学家认为图式的形成过程是“发现不同实例的相似之处,对这些相似之处作出编码表征,摒弃不同实例之间次要差异,最终在记忆中形成图式”,在物理教学中,我们要向学生展示多个质同形异的物理实例,学生才能形成稳定的图式,如变式训练就是有效途径.

3.4 基于学生学习路径各类课型教学策略

基于学生学习路径教学目标遵循课程标准、依据教学内容,切合学生实际.教学活动根据学生原有知识与经验和思维过程确定学习路径,依据学习路径设计学生活动,根据学生活动确定教师活动.根据知识类型选择教学方法,根据思维层次选择学习方式,根据学生、教师、学校实际选择教学方式.对于不同物理课型设计不同的教学策略,如表1所示.

表1 基于学习路径的各类物理课型教学策略

教学策略 课型	以原有知识和经验为起点	以思维过程为主线	以优化知识表征为目的
概念课	利用原有上位概念同化新概念;利用原有相似概念形成新概念;创设情境主动探究生成新概念;利用认知冲突纠正错误前概念	依据概念学习路径确定教学过程;根据概念学习的思维难度搭建教学支架;针对概念学习的思维定势引发认知冲突	强化概念表象表征;优化概念命题表征;利用概念图式建立概念联系;通过概念运用优化概念表征
规律课	利用原有上位规律推导新规律;利用同位规律整合成新规律;利用下位规律归纳成新规律	依据规律学习思维过程确定教学过程;根据规律学习的思维难度搭建教学支架;通过问题链设计引发深度思维	形成规律图式表征;重视不同规律图式辨析;通过规律运用习得程序与规范;通过规律应用习得选用规律策略

(下转第9页)

- 中国大学教学, 2016(4):36 ~ 39
- 2 刘成岳, 宋逢泉, 孙林. 工科物理教学改革和学生创新能力的培养. 合肥工业大学学报(社会科学版), 2006, 20(10):103 ~ 105
- 3 刘东. 工科物理实验教学与测评系统:[学位论文]. 合肥:合肥工业大学, 2002
- 4 陈美霞, 刘成岳. CAI在 大学物理教学改革中的应用研究. 合肥工业大学学报(社会科学版), 2006, 20(3):48 ~ 50
- 5 吴丹. 浅谈研究性学习模式. 赤峰学院学报(汉文哲学社会科学版), 2007, 28(6):133 ~ 134
- 6 周恕义. 多媒体 CAI 开发实用教程. 北京:中国水利水电出版社, 1999
- 7 罗晓琴. 大学物理实验成绩评定方式探索. 实验科学与技术, 2011, 9(5):102 ~ 104
- 8 熊翠秀. 大学物理实验成绩评定方式的探索与改革. 电脑知识与技术, 2016, 12(1):160 ~ 161

Reform on Research – Oriented Learning Model in University Physics Based on Ability Guidance

Liu Chengyue Chen Meixia Li Guoxiang Song Fengquan

(School of Electronic Science & Applied Physics, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009)

Abstract: The university physics plays an important role in students' creative ability and scientific literacy. In this paper, the reform of university physics research learning model based on ability guidance is presented from the angle of teaching contents, teaching approach and diversity performance evaluation, which will contribute to enhancing students' study movie and teaching efficiency.

Key words: university physics; education reform; diversity performance evaluation

(上接第 5 页)

续表 1

教学策略 课型	以原有知识和经验为起点	以思维过程为主线	以优化知识表征为目的
实验课	依据原有知识进行实验设计; 根据原有技能进行方案优化; 借助生活经验进行思维启发	依据实验思维过程确定实验流程; 根据实验思维难度搭建教学支架; 针对思维差异组织互动交流	重视正确实验表象的建立; 建立完备的实验图式; 明确并熟练掌握动作技能
问题解决课	构建良好的认知结构; 实际情境的正确表征	依据模型的关键特征提取模型; 通过等效转化等方法匹配熟悉模型; 依据物理基本规律和方法建立模型	关注模型的表象建立; 重视模型图式的建立; 通过模型变式和拓展丰富模型表征
复习课	从原有知识的联系和比较中获取新知; 寻求多元连接生成新知; 提升抽象程度, 增强运用灵活性	创设问题情境, 习得思维方法; 通过变式训练, 习得思维策略; 提升知识结构抽象程度, 增强思维活动	建立知识网络的图式; 增加方法策略知识; 熟练运用程序性知识

综上所述, 通过获取和分析学生的学习路径, 了解学生原有知识经验的基础和思维的困惑点, 确定教学的起点和重难点, 读懂学生的思维过程和特点, 并选择合适的教学路径, 通过不同表征方式之间的相互转化, 引导学生有意识地优化学习路径, 使不

同学习路径的学生都能得到最优发展.

参 考 文 献

- 1 张春莉, 刘怡. 基于学生学习路径分析的教学路径研究. 中小学教师培训, 2015(9):39 ~ 43
- 2 梁旭. 认知物理教学研究. 杭州:浙江教育出版社, 2011