

“少教不教”真的不管用吗？

——与《为什么“少教不教”不管用》一文商榷

徐连荣^{1,2} 徐恩芹² 崔光佐¹

(1. 北京师范大学 教育技术学院, 北京 100875; 2. 聊城大学 传媒技术学院, 山东聊城 252059)

[摘要] 基尔希纳、斯维勒、克拉克基于文献分析以及设计精良的控制性实验指出,“少教不教”教学方式“不管用”,并使用人类认知框架与认知负荷理论对为什么“不管用”进行理论解释。本文从理论辨析与实证研究两个方面指出,基尔希纳等人的观点值得商榷。理论方面,对于人类的认知框架,阿特金森和希夫林的短时记忆模型已陈旧;对于认知负荷理论,其前提假设不可证伪、无法分离并测量三类认知负荷;实践方面,基尔希纳等的文献引用存在证实性偏见,大量文献指出“少教不教”在知识技能上的教学效果不弱于指导性教学,并且教学成果可以保持更持久,在发展学生灵活应变的能力方面更具优势。最后,本文认为指导性教学与发现式教学是一个连续体的两端,两者间未必非此即彼,有指导的发现式学习是一种非常有效的教学方式。

[关键词] 指导性教学;发现式学习;有指导的发现式学习;基于问题的教学;认知负荷理论

[中图分类号] G441

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2016)02-0017-08

《为什么“少教不教”不管用》(简称“少教不教”一文,中文翻译稿见《开放教育研究》2015年第4期)一文已发表十年,在学界产生了很大影响。该文依据人类认知框架与认知负荷理论,结合设计精良的实验,认为“少教不教”教学方式忽略了工作记忆与长时记忆的特征以及两者间的联系,主张学习要聚焦于方法与过程,通过学科过程的体验来学习知识,不屑于教授学科的基本内容、概念,最终导致“少教不教”教学“不管用”(保罗·基尔希纳等,2015)。

“少教不教”真的不管用吗?本文试图从以下几方面加以分析。

一、阿特金森和希夫林模型的不足

认知负荷理论基于阿特金森和希夫林的短时记忆模型(Atkinson & Shiffrin, 1968),后续研究指

出该模型存在问题。

人类认知框架研究的是认知的结构,记忆被认为在认知活动中发挥重要的作用,因此认知框架的研究围绕记忆展开。阿特金森和希夫林短时记忆模型指出,复述是信息从短时记忆进入长时记忆的关键,但随后的研究表明被动复述无益于记忆,只有用深度有意义的方式对材料进行复述才能促进记忆,即加工材料的深度会影响长时记忆(Craik & Lockhart, 1972)。另外,该模型认为短时记忆是外部信息进入长时记忆的桥梁。如果短时记忆受损,信息就无法进入长时记忆,即学习能力受损,但记忆研究中经典的 K. F. 案例(Shallice & Warrington, 1970)否定了这一推论,患者 K. F. 的左脑受损,短时记忆出现障碍,无法复述两位以上数字,低于常人水平,但 K. F. 的长时记忆正常,在项目配对实验与技能学习中的表现与常人一致。K. F. 案例中短时记忆与

[收稿日期] 2016-01-10

[修回日期] 2016-02-29

[DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2016.02.002

[基金项目] 国家社会科学基金规划教育学一般课题“课堂交互产生学习结果的认知模型与仿真”(BCA100023);山东省教育科学“十二五”规划课题“中小学教师教育技术混合式培训研究”(2011GG053)。

[作者简介] 徐连荣,北京师范大学教育技术学院在读博士研究生,聊城大学讲师,研究方向:思维能力教学;徐恩芹,副教授,聊城大学,研究方向:教学设计理论;崔光佐(通讯作者),教授,博士生导师,北京师范大学教育技术学院,研究方向:思维能力教学(cgz_bnu@bnu.edu.cn)。

[致谢] 诚挚感谢北京师范大学杨开城教授、浙江大学盛群力教授对本文修改提出的建设性意见。

长时记忆表现出分离性。这表明感觉记忆中的信息可以直接编码进入长时记忆,即长时记忆不完全需要经过短时记忆才能形成,这无疑否定了阿特金森和希夫林的模型。

为克服阿特金森和希夫林模型的不足,巴德利(Baddeley, 1992)引入工作记忆概念,提出一种不涉及长时记忆存储的复述过程模型。随后,巴德利又向工作记忆引入“情景缓存器”(Baddeley, 2000; Baddeley, 2003)。情景缓存器是容量有限的装置,内置多种编码信息,与视觉空间画板和语音回路一样,受中枢执行系统控制,中枢执行系统同样可以对情景缓存器中的信息进行存储、提取与修改。阿特金森和希夫林模型认为,只有长时记忆中存在与当前学习内容有关的图式时,学习才可以发生。工作记忆理论引入情景缓存器后,缓存的刚刚学习的内容也可以作为当前学习内容的相关图式,即不需要长时记忆也可以发生学习。因此,认知负荷理论要对自身做出改进才能符合新的理论发展。

最后,认知负荷理论根源于信息加工理论,使用这一理论指导教学设计,重点会放在如何促进知识与技能的快速传递上,使用这一理论指导教学评价时,重点会放在显性知识与技能的学习结果上,这也正是希尔基纳等人看问题的症结所在。另外,短时记忆模型不是唯一的,不少心理学家还提出了其它记忆模型(Cowan, 1999; Oberauer, 2002; Ericsson & Delaney, 1999)。当前心理学的研究已不局限于信息加工过程,分布式认知、协作学习、认知神经科学等正成为认知科学领域的研究热点。认知负荷理论要深刻地解释学习现象,应吸收这些最新研究成果。

二、对认知负荷理论的质疑

认知负荷理论是基尔希纳等人论点的理论依据。自1988年斯维勒(Sweller)提出认知负荷理论以来,这一理论被学界广为接受,国内外产生了一大批基于认知负荷理论的研究,但认知负荷理论本身并非无懈可击。

(一)两个前提预设不可证伪

认知负荷理论包含两个预设:1)工作记忆容量有限,最多可处理 7 ± 2 个组块,而长时记忆的容量是无限的;2)工作记忆中的认知负荷分三种,分别

为内在认知负荷、外部认知负荷和相关认知负荷(Sweller, 1988)。波普尔(Popper)认为可证伪性是检测理论科学性的标准,而认知负荷理论的两个前提预设无法通过波普尔的可证伪性检验(Schnitz & Kürschner, 2007)。第一个预设是从认知科学领域“借”来的,它的可证伪性检测应由认知科学提出,第二个预设是认知负荷理论特有的,但它的不可证伪性需要两个前提:1)测量方法可以分离并测量三种不同的认知负荷;2)不能假定预设已经成立,进入循环论证(Gerjets et al., 2009)。除了多题项等级量表(multiple-item rating scale)外,目前使用的测量工具得到的都是整体认知负荷,无法满足第一前提;另一方面,虽然多题项等级量表可以对三种认知负荷进行测量,但这种量表预设了认知负荷包括指定的三种负荷,陷入循环论证。

(二)无法分离并测量三种认知负荷

认知负荷测量方法分主观性测量法与客观性测量法。主观性测量法根据学习者的主观感受评估认知负荷,一般采用主观量表或自陈报告,以定性分析为主,测量工具包括Paas量表、SWAT量表、WP量表、NASA-TLX量表和自陈报告等。客观性测量法使用定量化分析,测量工具包括双任务范式测量以及对大脑活动水平进行测量的脑电图(EEG)、正电子计算机扫描成像(PET)和功能性磁共振成像(fMRI)等。

认知负荷理论常被当作一种理论框架,很少有研究对认知负荷进行测量,即使有,大多也是主观性测量。笔者通过CNKI与Web of Science检索了近三年(2012~2015)国内外涉及认知负荷理论的研究。在国内130项文献中,仅5项对认知负荷进行了测量,其中3项使用了Paas量表,1项使用NASA-TLX量表,1项使用被试自陈报告法。在国外72项文献中,3项使用了Pass量表(包含修订版),1项使用EEG。综合国内外的研究文献,仅4%的研究对认知负荷进行了测量。这从一个侧面反映了测量认知负荷的艰难。

此外,也存在少量“客观”的测量方法。这些方法首先测量大脑的活动反应数据,再使用配对脑成像减影技术(paired image subtraction)得到认知负荷数据。由于人脑总处于活动状态,即使是在静息状态下,获得的数据也不为零,所以将任务状态与静息

状态的数值相减,得到的差值作为任务加工所付出的心智努力,即认知负荷。这种差值技术就叫做配对脑成像减影技术。获取大脑活动数据的主要技术有 EEG、PET、fMRI 三种。EEG 反应时间快,但空间定位差;PET 空间定位准确,但时滞大;fMRI 是新近发展的技术,有良好的时空反应(Sawyer, 2011)。但这些“客观”的测量方法也存在问题。一是这些技术测量的是总体的认知负荷,无法从中分离出独立的三种负荷;二是技术本身有局限性,以目前最先进的 fMRI 技术为例,它通过血氧水平依赖效应(blood oxygen level dependent,简称 BOLD)反映大脑的活动,与静息状态相比,任务引起的 BOLD 增加不会超过 3%,变化较小,即使是微小的眼动也会对其带来干扰;三是 fMRI 虽然时间分辨率比另外两种好,但仍存在时滞,任务产生的 BOLD 增加要 4 至 6 秒达到峰值,15 至 20 秒后才复原到静息状态(Huettel et al., 2009; Fink et al., 2007);四是大脑的活跃区域与血管的位置不存在一一对应关系(Huettel et al., 2009)。以上因素造成测得的数据有问题,不尽“客观”。

认知负荷的测量还会导致实践困境。在实际教学中,教师要面对一个班级的学生,每个学生认知负荷上限不同,教师会面临两个困境:1)无法确切知道每个学生的认知负荷上限;2)教学难以与学生的认知负荷上限相匹配,就低,还是就高,或者与中等水平相匹配?保守的做法是降低认知负荷,争取让每个学生的认知负荷都不超载。受这一思想指导,教师会倾向于对教学材料进行过度设计。国内外大量基于认知负荷理论的教学设计皆反映了这一点。在这种教学中,学习过程看似轻松,效果也不错,但实际上只能学到材料本身所承载的知识与技能,对“软能力”的提升有限。

三、知识、技能与能力的习得条件

只有在教学目标及其实现方式背景下,讨论使用指导性教学,还是使用“少教不教”教学方式才有意义。教学方式为目的服务,要实现什么样的教学目标就该用什么样的教学方式。

(一)知识及其习得条件

从认知的角度,知识可以分为陈述性知识与非陈述性知识。陈述性知识描述世界是什么,对应于

长时记忆中的陈述性记忆,包括语义记忆和事件记忆,对应于脑区中的颞叶。

陈述性知识习得的内部条件是在学习者工作记忆中得到足够多的复述。因此,对应的外部条件是安排足够多的教学刺激。这一刺激在实践中便是教师的直接指导性教学。教师要对教学内容有深刻的理解,然后通过讲授让学生注意。直接指导性教学对陈述性知识的习得来说是可靠、高效的。

(二)技能及其习得条件

技能是程序性知识,对应于长时记忆中的程序性记忆,起作用的脑区是纹状体。技能的发展包括认知阶段、关联阶段和自主阶段(约翰·安德森,2012)。在认知阶段,学习者对技能进行陈述性编码,即记忆与技能相关的一系列事实。在关联阶段,学习者进行操练,最初的错误理解会被逐渐克服和纠正,各操作要素之间的联系被强化;在自主阶段,技能达到自动化。

教师的直接指导性教学可以帮助学习者掌握与技能有关的认知性成分。例如,游泳教练可以指导学员游泳的要领。但掌握认知性成分只是必要条件,技能要通过不断的练习才能得到巩固,促进练习的活动对技能的习得都是有效的。对于专业技能,像象棋、乐器演奏等,要经过至少十年的艰苦练习才能达到顶尖水平。

(三)能力及其习得条件

能力是完成某类活动所需要的稳定的心理因素(崔光佐,2014)。能力的使用是无意识的,所需的因素是内隐的,无法分解为部分,无法直接观测,通过言语无法传授,即能力是不可教的,直接指导性教学对于能力目标无能为力。能力的习得是内隐的,只能通过不断成功解决问题的过程获得。因此,教学需要做的是向学习者提供合适的探究问题,促进学习者解决问题,体验解决问题的过程,必要时才向学习者提供适当指导,这正好是“少教不教”教学方式的主张。

四、论证存在证实性偏见

基尔希纳等人主要是通过文献元分析提出“少教不教”教学方式“不管用”。考查此结论,需要思考两点:1)引用的文献是否全面。是不是只引用了支持该观点的文献,而忽略了不支持的文献;2)是

否在同一语境分析文献的起点、背景、实验设计、实验过程以及适用性等要素。

“少教不教”一文中引用了帕特尔、阿尔巴内斯和与伯克森等的研究,指出非指导性教学存在负面效应。但此文忽略了所引用文献同期(二十世纪九十年代)的其它文献,这些文献报告了基于问题的教学的正向效果。弗农与布莱克(Vernon & Blake, 1993)指出,使用基于问题的教学在基础科学知识学习方面效果稍弱于直接指导教学,但在临床知识测试中的表现优于对照组。十年后的文献也指出了类似的结果,对于参与基于问题教学的学生来说,陈述性知识表现稍差,但在知识应用方面优于对照组(Dochy et al., 2003)。

基尔希纳等人引用了帕特尔(Patel & Groen, 1986; Patel et al., 1993)等研究者的文献说明具体情景中知识的学习难于脱离具体的环境,难于应用到其它环境,以此来说明基于问题的教学使用的假设演绎法并非解决问题的最佳方式。西尔弗等(Hmelo-Silver et al., 2007)对帕特尔的研究进行了分析。首先,在帕特尔的研究中,参与基于问题的教学的学生来自不同的大学,知识水平不同、学习特点不同,帕特尔没有说明他如何控制这些外部差异,因此其得出的结论不够严谨。其次,帕特尔认为基于问题的教学促进了学生基于数据驱动的推理能力的发展,这种说法也值得怀疑。诺曼(Norman et al., 1994)的研究指出,即使是学科专家也只有在自己熟悉的研究领域才会使用基于数据驱动的推理,一旦离开熟悉的领域,也会像常人一样使用假设演绎推理。诺曼的另一文献进一步指出,对于解决新问题,使用假设演绎推理优于基于数据驱动的推理(Norman et al., 2000)。最后,帕特尔的研究中,参与基于问题的教学的学生确实使用了假设演绎法,而作为对照的参与指导教学的学生没有使用这种推理方法,因此在学习结果上,基于问题的教学的学生比对照组更容易犯错是可以理解的,但必须看到,参与基于问题的教学的学生对内容做出了更精细化的解释,这一点远优于对照组(Patel et al., 1993)。

五、知识学习效果不弱于指导性教学

“少教不教”最新研究文献指出,在知识学习上“少教不教”教学方式的效果不弱于指导性教学,其

学习结果可以保持得更长久,并且这些教学方法还有助于发展学生灵活有变的思维能力,在面对新问题时表现更好。

(一) 基于问题的教学在知识学习的教学效果上不弱于直接指导性教学

基于问题的教学刚被提出并应用于医学教学时,针对该教学法能否促进知识学习,研究者存在争议。不少文献指出该教学法会损害知识学习。在医学教学领域,基尔希纳等人援引阿尔巴内赛(Albanese)与伯克森(Berkson)的调查结论,认为虽然参与基于问题教学的学生有临床优势,但在学科知识与临床选拔中不比参与指导性教学的学生表现优异,甚至更差,更糟糕的是参与基于问题教学的学生用时更多,培训成本更高(Kirschner et al., 2006)。有些研究支持了基尔希纳等人的观点。卡雷尔(Colliver, 2000)回顾了1992-1998年间发表在主流医学研究期刊上关于基于问题的教学的文章,以及1993年的三篇综述性文章(Albanese & Mitchell, 1993; Vernon & Black, 1993; Berkson, 1993)指出:在医学领域应用基于问题的教学,没有使学生的知识基础与临床能力得到提升,至少没有达到期望的效果。同期的诺曼基本同意卡雷尔的观点,认为使用基于问题的教学不能在短期内让学生获得更多的知识以及取得更好的临床表现,但他同时指出使用基于问题的教学可以让学生的知识保持得更持久,并且这种教学提供了丰富的学习情景,学生对学习更满意(Norman & Schmidt, 2000)。伯格曼(Bergman, 2011)认为医学领域中绝大部分都是事实性知识。这些知识定义明确,非此即彼,没有模糊性,因此不需要小组讨论,使用基于问题的教学徒增了学习时间,甚至会损害事实性知识的学习。

一些文献指出,基于问题的教学对知识内容的学习以及诊断推理没有明显的促进作用。施密特(Schmidt et al., 2009)对基于问题教学的院校与常规教学院校进行了270次对比,并计算平均效应量(小于0.3为小值,大于0.7为大值)发现:1)在知识获取方面,使用基于问题的教学对常规教学的平均效应量为 $d=0.07$,基于问题的教学有微小正向优势,比常规教学稍好3%至5%,但这一优势非常小,几乎没有差别;2)在诊断推理方面,基于问题的教学对常规教学的平均效应量为 $d=0.11$,有小的

正向优势,但在实际中,参与基于问题的教学的学生会倾向于使用分析法解决面临的问题,而参与常规教学的学习者更依赖于记忆。依赖记忆的策略会导致不准确或失误,这一结果表明使用基于问题的教学对知识的整合与灵活运用有优势。

最近的综述性研究倾向于认为基于问题的教学对知识的学习有促进作用,至少不认为它会损害知识内容的学习。研究者对基于问题的教学在解剖学(Williams, 2014)、牙科医学(Bassiret al., 2014)、制药(Galvao et al., 2014)、眼科(Wadani& Khan, 2014)、职业治疗(Jay, 2014)、口腔修复(Eslami, 2014)等课程教学中使用基于问题的教学的效果进行综述性分析后指出:基于问题的教学没有损害知识内容的学习,并且具有中等程度的促进作用,基于问题的教学还提供了丰富的学习情境,增强了学习者的自身感知能力,学习者更乐于在这种情景中学习。而且,与讲授式的指导性教学相比,这些知识内容保持得更持久,学生把知识内容应用于临床时表现更突出。

在非医学教学领域,基于问题的教学也得到了广泛应用。有的研究认为现在还没有严格的证据证明基于问题的教学优于传统的指导性教学(Wilder, 2014)。有研究指出评价工具存在问题,当前使用的工具只是对学生获取的知识进行评价。使用基于问题的教学,学生在获得知识技能的效率上不一定有优势,但基于问题的教学真正的作用是它从多方面建构了对知识的理解,促进了知识的运用,先前文献中使用的评价工具并不支持对知识运用的检测,因此需要改变检测手段,以便更好地检测出基于问题的教学的真正效果(Yaqinuddin, 2013)。

(二)学习结果保持得更持久

提高获得、保持、运用知识是基于问题的教学的目标。基于问题的教学提出以前,就有研究指出教学中使用问题有利于知识内容的保持。坦斯等(Tans et al., 1986)以参与肌肉康复课程的学生为研究对象,比较问题教学与传统讲授式教学的效果后发现,前者的效果差于后者,但六个月后,前者能回忆起的知识内容是后者的五倍。马丁森及其同事(Mårtensson et al., 1985)使用七周的时间对基于问题的教学与常规讲授式教学进行比较发现,前者表现显著优于后者,参与基于问题的教学的学生对知

识内容的理解更深入,掌握得更好,学习兴趣更高。二至四年半后,对这些学生进行重测,前者能回忆的知识内容比后者高60%。艾森施泰特等(Eisenstaedt et al., 1990)对马丁森的结论进行验证性研究后发现,在完成教学后的测试中,基于问题教学的学生们的表现虽比直接指导性教学的学生差,但前者的遗忘曲线比较平坦,两年后重测时,两组学生的表现没有差别。

基于问题的教学的学习结果可以保持得更持久,可能与两个因素有关:1)对知识内容的精细加工,即使用基于问题的教学,学生需要基于已有知识与经验提出验证性假设,再自主学习,最后在小组讨论中形成结论,整个过程用时较长,学生要付出更多的努力对知识内容进行加工;2)编码情景效应,即基于问题的教学向学习者提供真实的问题,这些问题情景在以后的工作中还会遇到,每次情景再现都是对知识内容的强化,便于提取线索。

六、对提高“软能力”有促进作用

虽然对基于问题的教学是否促进事实知识的学习存在争议,但研究者一致认为这种教学法可以促进学生的问题解决能力、合作交流能力、批判分析思维能力乃至创新思维能力等“软能力”的发展:基于问题的教学对这些“软能力”的提升具有无可争辩的作用。当今正在经历急剧的社会与科技变革,仅仅让学习者获得知识技能还不足以应对外部不确定的变化世界。学习不仅是知识技能的相加,还必须面向未来,使学习者具备应对未来的能力。学校作为教育工作的承担者,有责任发展学生解决问题的灵活应变能力,这对学习者的适应性与成长非常重要。

国际合作能力对于工作效率非常重要,是一种通用的专业工作能力。基于问题的教学中,小组合作与讨论有利于发展学习者的人际合作能力,这方面的研究有着一致性结论。范达伦(Van Dalen et al., 2002)使用四个案例对基于问题的教学与常规教学的学生的人际合作能力进行对比后发现,基于问题的教学对常规教学的效应量($d=1.46$)有正向大值。施密特(Schmidt et al., 2009)通过270次的对比后发现,基于问题的教学对常规教学的平均效应量($d=1.39$)具有正向大值。这些研究结果表明

基于问题的教学在发展学习者的人际合作能力方面优势明显。

此外,当前的理论界已经把基于问题的教学与创造力培养的关系做了清楚分析(Tan, 2009),但实证研究较少。基于问题的教学给学习者提供了真实的问题情景,需要学习者自己定义问题,提出解决问题的方案,最后验证并修订方案。这一过程有利于培养学习者的创造力,有利于创新思维能力的发展(Stierand et al., 2014; DeHaan, 2011)。坦(Tan, 2009)梳理2000-2008年的文献后发现,相当一部分文献论证了基于问题的教学与创造力培养之间的潜在联系。最近的研究指出基于问题的教学确实可以促进创造力的培养,而且基于问题的教学提供了教师全面检视学习者各方面技能与能力的机会,利于甄别具有天赋的学习者(Gallagher, 2015; Chan, 2013; Wijnia et al., 2011)。

七、结语

学习与教学是复杂系统,包含着许多因素,这些因素的共同作用影响着学与教的结果。教学与学习包含着认知性因素,但认知性因素可能只是影响结果的很小一部分,结果的好坏只能说明某因素可行或不可行,说可行性比说有效性更确切。

在纯发现式学习与直接指导性教学之间未必采取非此即彼的态度。纯发现式学习与直接指导式教学是一个“连续体”的两端,一端是纯发现式,另一端是直接指导式。从一端到另一端指导性成份依次增加。纯发现式学习对以“软能力”为教学目标的教学是最好的方式,但这种方式用时长,有时学习者可能无法达到目标。直指指导性教学效率高,对教授纯知识技能性的目标无疑是好的选择。实际教学中,很少存在纯的“软能力”或纯知识技能性的教学目标,往往是有所偏重,这为两种教学法的调和提供了可能。梅耶(Mayer, 2004)对以往的文献进行了研究,认为学生建构自己的知识非常重要,不必纠结于采用了什么样的外在形式,“有指导的发现法”(guided discovery)与纯发现相比,更有利于学习者的学习与迁移。同时,基尔希纳等人也提到了“专长反转效应”,即对于有经验的学习者来说,较少的指导对他们来说效果更好。

我们认为,有指导的发现学习是未来的研究方

向。发现式学习的核心在于认知活动,而非形式活动。所有的教学行为都是为了达到教学目标,不必拘泥于到底采用什么样的学与教方式。在发现式学习的基础上引入指导性成份,构成有指导的发现学习,在实践中非常具有可行性。如何将指导性成份融合到发现式学习是一个新的研究领域,如何整合,何时整合,以及给予多少指导都有待进一步研究。

【参考文献】

- [1] Al Wadani, F., & Khan, A. R. (2014). Problem-based learning in ophthalmology: A brief review[J]. *Oman Journal of Ophthalmology*, 7(1): 1-2.
- [2] Albanese, M. A., & Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues[J]. *Academic Medicine*, 68(1): 52-81.
- [3] Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes[J]. *The Psychology of Learning and Motivation*, 2: 89-195.
- [4] Baddeley, A. (1992). Working memory[J]. *Science*, 255(5044): 556-559.
- [5] Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? [J]. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11): 417-423.
- [6] Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward[J]. *Nature reviews neuroscience*, 4(10): 829-839.
- [7] 保罗·基尔希纳,约翰·斯维勒,理查德·克拉克(2015). 为什么“少教不教”不管用——建构教学、发现教学、问题教学、体验教学与探究教学失败析因[J]. 钟丽佳,盛群力译. *开放教育研究*, (4): 16-29+55
- [8] Bassir, S. H., Sadr-Eshkevari, P., Amirikhoreh, S., & Karimbux, N. Y. (2014). Problem-based learning in dental education: A systematic review of the literature[J]. *Journal of Dental Education*, 78(1): 98-109.
- [9] Bergman, E. M. (2011). Why don't they know enough about anatomy? A narrative review[J]. *Medical Teacher*, 33(5): 403-409.
- [10] Berkson, L. (1993). Problem-based learning: have the expectations been met? [J]. *Academic Medicine*, 68(10): 79-88.
- [11] Chan, Z. C. (2013). Exploring creativity and critical thinking in traditional and innovative problem-based learning groups[J]. *Journal of clinical nursing*, 22(15-16): 2298-2307.
- [12] Colliver, J. A. (2000). Effectiveness of problem-based learning curricula: research and theory [L]. *Academic Medicine*, 75(3): 259-266.
- [13] Cowan, N. (1999). An embedded-process model of working memory. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* [M]. Cambridge: Cambridge University Press: 62-101.

- [14] Craik, F. I., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research[J]. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11(6), 671–684.
- [15] 崔光佐(2014). 思维能力的教学理论与实践[M]. 北京: 高等教育出版社:121.
- [16] DeHaan, R. L. (2011). Teaching creative science thinking[J]. *Science*, 334(6062):1499–1500.
- [17] Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta-analysis[J]. *Learning and Instruction*, 13:533–568.
- [18] Eisenstaedt, R. S., Barry, W. E., & Glanz, K. (1990). Problem-based learning: Cognitive retention and cohort traits of randomly selected participants and decliners[J]. *Academic Medicine*, 65(9):S11–2.
- [19] Ericsson, K. A., & Delaney, P. F. (1999). Long-term working memory as an alternative to capacity models of working memory in everyday skilled performance[A]. In A. Miyake and P. Shah (Eds.), *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*[C]. Cambridge, UK: Cambridge University Press:257–297.
- [20] Eslami, E., Bassir, S. H., & Sadr-Eshkevari, P. (2014). Current state of the effectiveness of problem-based learning in prosthodontics: A systematic review[J]. *Journal of Dental Education*, 78(5): 723–734.
- [21] Fink, A., Benedek, M., Grabner, R. H., Staudt, B., & Neubauer, A. C. (2007). Creativity meets neuroscience: Experimental tasks for the neuroscientific study of creative thinking[J]. *Methods*, 42(1):68–76.
- [22] Gallagher, S. A. (2015). The role of problem-based learning in developing creative expertise[J]. *Asia Pacific Education Review*, 16(2):225–235.
- [23] Galvao, T. F., Silva, M. T., Neiva, C. S., Ribeiro, L. M., & Pereira, M. G. (2014). Problem-based learning in pharmaceutical education: a systematic review and meta-analysis[J]. *The Scientific World Journal*, 2014.
- [24] Gerjets, P., Scheiter, K., & Cierniak, G. (2009). The scientific value of cognitive load theory: A research agenda based on the structuralist view of theories[J]. *Educational Psychology Review*, 21(1):43–54.
- [25] Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006)[J]. *Educational Psychologist*, 42(2):99–107.
- [26] Huettel, S. A., Song, A. W., & McCarthy, G. (2009). *Functional magnetic resonance imaging (second edition)*[M]. Sunderland: Sinauer Associates:193–242.
- [27] Jay, J. (2014). Problem Based Learning—a review of students’ perceptions in an Occupational Therapy undergraduate curriculum[J]. *South African Journal of Occupational Therapy*, 44(1):56–61.
- [28] Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching[J]. *Educational Psychologist*, 41(2):75–86.
- [29] Mårtensson, D., Eriksson, H., & Ingelman-Sundberg, M. (1985). Medical chemistry: evaluation of active and problem-oriented teaching methods[J]. *Medical Education*, 19(1):34–42.
- [30] Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? [J]. *American Psychologist*, 59(1):14–19.
- [31] Norman, G. R., & Schmidt, H. G. (2000). Effectiveness of problem-based learning curricula: Theory, practice and paper darts [J]. *Medical Education*, 34(9):721–728.
- [32] Norman, G. R., Brooks, L. R., Colle, C. L., & Hatala, R. M. (2000). The benefit of diagnostic hypotheses in clinical reasoning: Experimental study of an instructional intervention for forward and backward reasoning[J]. *Cognition and Instruction*, 17:433–448.
- [33] Norman, G. R., Trott, A. D., Brooks, L. R., & Smith, E. K. (1994). Cognitive differences in clinical reasoning related to postgraduate training[J]. *Teaching and Learning in Medicine*, (6):114–120.
- [34] Oberauer, K. (2002). Access to information in working memory: exploring the focus of attention[J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28(3):411.
- [35] Patel, V. L., & Groen, G. J. (1986). Knowledge based solution strategies in medical reasoning[J]. *Cognitive Science*, 10(1):91–116.
- [36] Patel, V. L., Groen, G. J., & Norman, G. R. (1993). Reasoning and instruction in medical curricula[J]. *Cognition and instruction*, 10(4):335–378.
- [37] Sawyer, K. (2011). The cognitive neuroscience of creativity: a critical review[J]. *Creativity Research Journal*, 23(2):137–154.
- [38] Schmidt, H. G., Van Der Molen, H. T., Winkel, W., & Wijnen, W. (2009). Constructivist, problem-based learning does work: A meta-analysis of curricular comparisons involving a single medical school[J]. *Educational Psychologist*, 44(4), 227–249.
- [39] Schnotz, W., & Kirschner, C. (2007). A reconsideration of cognitive load theory[J]. *Educational Psychology Review*, 19(4):469–508.
- [40] Shallice, T., & Warrington, E. K. (1970). Independent functioning of verbal memory stores: A neuropsychological study[J]. *The Quarterly journal of experimental psychology*, 22(2):261–273.
- [41] Stierand, M., Dörfler, V., & MacBryde, J. (2014). Creativity and innovation in haute cuisine: Towards a systemic model[J]. *Creativity and Innovation Management*, 23(1):15–28.
- [42] Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning[J]. *Cognitive Science*, 12, 257–285.

- [43] Tan, O. S. (Ed.). (2009). Problem-based learning and creativity[M]. Singapore: Cengage Learning Asia;15-38.
- [44] Tans, R. W., Schmidt, H. G., Schade-Hoogveen, B. E. J., & Gijssels, W. H. (1986). Directing the learning process by means of problems: a field experiment[J]. Tijdschr Onderwijsres, 1:35-46.
- [45] Van Dalen, J., Kerkhofs, E., Van Knippenberg-Van Den Berg, B. W., Van den Hout, H. A., Scherpbier, A. J., & Van der Vleuten, C. P. M. (2002). Longitudinal and concentrated communication skills programmes: Two Dutch medical schools compared[J]. Advanced in Health Sciences Education, 7(1):29-40.
- [46] Vernon, D. T., & Blake, R. L. (1993). Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research[J]. Academic Medicine, 68:550-563.
- [47] Wijnia, L., Loyens, S. M., & Derous, E. (2011). Investigating effects of problem-based versus lecture-based learning environments on student motivation[J]. Contemporary Educational Psychology, 36(2):101-113.
- [48] Wilder, S. (2014). Impact of problem-based learning on academic achievement in high school: A systematic review[J]. Educational Review, (ahead-of-print):1-22.
- [49] Williams, J. M. (2014). Is student knowledge of anatomy affected by a problem-based learning approach? A review[J]. Journal of Education and Training Studies, 2(4):108-112.
- [50] Yaqinuddin, A. (2013). Problem-based learning as an instructional method[J]. Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan, 23(1):83-85.
- [51][美]约翰·安德森(2012). 认知心理学及其启示[M]. 秦裕林, 程瑶等译. 北京:人民邮电出版社:262-263.

(编辑:徐辉富)

Minimal Guidance during Instruction Might Work: A Commentary on “Why Minimal Guidance during Instruction Does not Work”

XU Lianrong^{1,2}, XU Enqin² & CUI Guangzuo¹

- (1. School of Educational Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;
2. School of Communicational Media and Technology, Liaocheng University, Liaocheng 252059, China)

Abstract: Based on literatures analysis and well-designed, controlled experimental studies, Kirschner, Sweller, and Clark asserted that minimally guided instructions were ineffective and inefficient. In Kirschner's view, these approaches ignored both the structures that constitute human cognitive architecture and evidence from empirical studies. We argue that the points from Kirschner et al. are problematic from both theoretical and empirical perspectives. Theoretically, one of the two bases for Kirschner's argument, the human cognitive architecture based on Atkinson and Shiffrin's study, which is outdated. Further, the cognitive load theory does not constitute a scientific theory because its two fundamental assumptions cannot be empirically tested and are thus not falsifiable. In practice, the confirmation bias in Kirschner's citations leading to flaws in his theory. Abundant literature shows that the minimally guided instruction can not only act as well as direct instruction in teaching knowledge and skills but also has an advantage in developing learner's higher level thinking abilities. Direct instruction and minimally guided instruction are two ends of a continuum. We do not necessarily have to choose one over another between the two approaches. In our teaching practices, we find guided discovery learning to be a very effective way of teaching. However, studies are still needed for its further development.

Key words: direct instruction; discovery learning; guided discovery learning; problem-based learning; cognitive load theory