

基于 SOLO 分类理论的问题链在化学教学中的应用*

丁 沙^{1**}, 谢洁纯¹, 李 佳², 汪朝阳¹

(1. 华南师范大学化学与环境学院, 广东广州 510006; 2. 广东省教育考试院, 广东广州 510631)

摘要: 探讨了如何利用 SOLO 分类理论设计问题链, 将教学与评价结合, 有利于在授课中及时反馈教学效果, 及时调整教学内容, 不断进行刺激与强化, 旨在调动学生学习的积极性, 培养学生的思维能力, 提高学生分析问题和解决问题的能力。

关键词: 问题链; SOLO 分类理论; 化学教学; 思维能力

文章编号: 1005-6629(2017)3-0054-04

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

教学中如何有效地培养学生的创造性思维能力和问题解决能力? 这无疑是广大教育者值得思考的问题。问题链作为一种可启迪学生思维的教学策略, 受到国内外部分教育者的重视。不过目前问题链应用存在不足之处, 如应用范围较小、问题的设计不合理等。本文基于 SOLO 分类理论, 设计问题链并应用于新课教学中。

1 SOLO 分类理论及其在问题链中应用的可行性

彼格斯等人将学生的学习结果结构按思维水平由高到低分成 5 个等级, 分别为抽象拓展结构、关联结构、多点结构、单点结构和前结构, 具体见图 1^[1]。

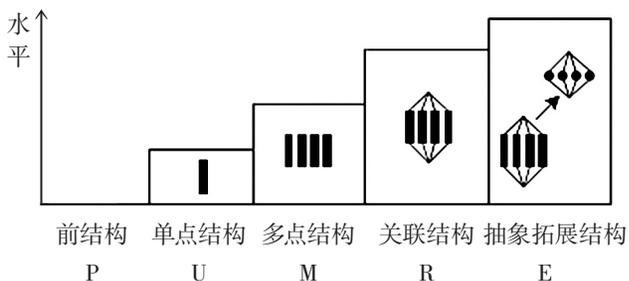


图 1 SOLO 分类理论 5 种结构的图示表征

从思维操作的角度上看, 前结构(P)是最不符合逻辑的, 即分不清问题与线索的关系; 单点结构(U)是只从一个方面思考问题; 多点结构(M)是从两个或两个方面孤立地思考问题; 关联结构(R)虽能用简单的概念或原理思考问题, 但仅限于学习过的知识; 抽象拓展结构(E)是最合乎逻辑的。SOLO 水平层次呈现螺旋上升的趋势, 与国

际学生学习评价项目 PISA 关于问题解决能力评价上具有一致性, 具体见表 1^[2]。

表 1 PISA 问题解决能力等级水平与 SOLO 水平的比较及其对应关系

PISA 问题解决能力水平	水平 1 以下	水平 1	水平 2	水平 3
SOLO 等级	P	M 或 U	R	E

SOLO 与 PISA 的一致性说明了 SOLO 在评价中的价值性和广泛性。与 PISA 比较, SOLO 的评价层级更具体和细化, 更具有可操作性, 对化学课堂教学具有一定的指导意义。

问题链将教学内容转化为一系列具有科学性、系统性、层次性、逻辑性的教学问题组, 是推动学生实现预期目标的一种有效控制手段, 是提高课堂教学效率的一种教学策略^[3, 4]。

SOLO 分类理论与问题链均符合学生的认知发展规律。问题链的设计要求具有梯度性, 由简单到复杂, 层层递进地展开; 而 SOLO 分类理论认为思维结构也是逐级递增的。同时, 问题链在一定程度上能启迪学生思考, 帮助学生思维的发展; 而 SOLO 分类理论是评价学生的思维水平层次的有效工具。问题链和 SOLO 分类理论如纬线和经线般, 相交成网, 构成有效课堂。

2 基于 SOLO 分类理论的问题链设计

2.1 运用 SOLO 分类理论把控问题难度

问题链的设计需合理地把控问题的难度。由图 2 可知, 问题的难度由情境的新颖性、知识点涵盖的数量和学生的认知程度决定, 设计问题时,

* 本文是广东省教育科学十二五规划课题“基于 SOLO 分类的高中生化学学习水平发展研究”的阶段性成果。项目负责人: 李佳; 项目编号: 2011TJK112。

** 通讯联系人, E-mail: 2396363347@qq.com。

需综合考虑 X/Y/Z 这 3 个维度。当坐标的数字越大, 情境越新颖和陌生(熟悉 - 新颖 - 陌生: 1-2-3), 知识点越多(一个知识点 - 多个知识点 - 多个知识点之间的联系: 1-2-3), 认知水平越高(记忆 - 理解 - 应用: 1-2-3), 呈现的问题就越难^[5, 6]。SOLO 分类理论可分析教学目标, 教学目标可指导设计不同难度的问题, 不同难度的问题可引导学生的自主学习(即知识的自我建构)。因此, 应用 SOLO 分类理论把控问题的难度, 可对应不同层次的教学目标和不同层级的考查目标。

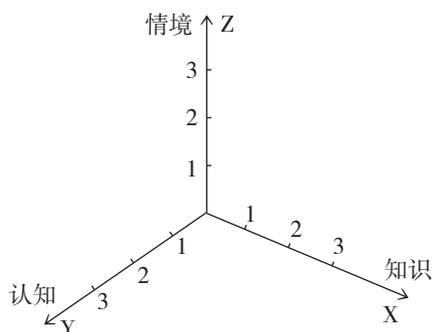


图 2 影响问题难度的 3 个维度

将 SOLO 分类理论中的 4 个水平层次与把控问题难度的 3 个维度之间做比较, 分析可得问题

的难度与 SOLO 分类理论的 4 个水平结构具有对应关系(见表 2)。其中, 单点结构(U)问题是一般问题, 处于图 2 中 1-1-1 体系之内; 多点结构(M)问题是一般问题, 处于图 2 中 2-2-2 体系之内; 关联结构(R)问题是较复杂问题, 处于图 2 中 3-3-3 体系之内; 拓展结构(E)问题是复杂问题, 处于图 2 中 3-3-3 体系以外。

表 2 问题难度与 SOLO 水平的对应关系

SOLO 水平	问题的难易程度	3 个维度(情境、知识、认知)
U	简单	情境熟悉, 只涉及一个知识点, 学生需要达到记忆水平
M	一般	情境较熟悉, 涉及多个知识点, 学生需要达到理解水平和应用水平
R	较复杂	情境较新颖和陌生, 涉及多个知识点之间的关联, 即综合, 学生需要达到分析水平和综合水平
E	复杂	情境完全陌生, 由已学的知识点去解决新问题情境, 即演绎, 学生需要达到创造水平

2.2 基于 SOLO 分类理论的问题链设计思路

SOLO 问题链的设计遵循知识的逻辑主线和学生的认知发展规律, 同时要兼顾课堂的弹性, 深浅自如(见表 3)。

表 3 SOLO 问题链的设计思路

设计步骤	设计思路	需要注意的问题
第一步	理解目标, 基于目标形成核心问题链	理清教学目标与教学内容的关系, 核心问题链是一条承载主干知识的暗线。
第二步	基于核心问题设计子问题链, 分析问题链的合理性	核心问题链是树干, 子问题链是树杈, 其承载的知识链是清晰的。预设的子问题链需要因材施教, 不同学生的水平不同, 对问题的反应也不同, 需要教师灵活处理知识的呈现方式和呈现顺序, 控制好知识的深广度, 在学生的最近发展区处设计问题。
第三步	进行问题具体化, 展开过程设计	问题需要结合学情进行具体, 分析学生已经知道什么, 学生还不知道什么, 学生应该知道什么, 学生可能在哪个地方存在困惑; 问题通过教学活动进行串联, 例如从情境中发现问题, 从探究实验中提出问题。

2.3 基于 SOLO 分类理论的问题链设计案例

概念课和理论课较抽象、难理解, 可将同一内容的教学目标按年级进行分层, 控制好每个年级知识的深度和广度, 由简单到复杂地呈现, 逐级递增, 这也符合学生的认知心理发展历程。例如, 人教版高中化学必修 1 中“氧化还原反应”, 在高一阶段的教学目标大致为: 学会判断氧化还原反应, 知道化合价和电子转移的对应关系, 学会用双线桥来表示氧化还原反应, 理解氧化剂、还原剂、氧化产物和还原产物的概念, 知道氧化还原规律和简单计算等等。

就“氧化还原反应”的第一课时进行设计与分

析(见表 4)。新授课的教学是从熟悉的情境入手, 抛出一个又一个使学生形成认知冲突的问题, 最终促使学生达到理解和应用的水平。

3 结果与讨论

SOLO 问题链是对陈述性知识进行层层设问, 学生在思考如何解决 SOLO 问题时, 需要运用程序性知识, 即在头脑中搜索相关线索, 对知识点进行加工和整合。学生会经历“感知→回忆→判断→应用”的心理历程, 然后在教师的不断刺激和强化下, 逐渐形成解决问题的思路和方法, 认知冲突达到平衡, 最后脑内形成托尔曼的“认知地图”, 重组认知结构。

表 4 SOLO 问题链在“氧化还原反应”中的应用

教学目标	核心问题链	SOLO 问题链	设计意图
1. 知道氧化反应和还原反应是同时发生的 (U)	[问题 I] 氧化反应和还原反应是同时发生的吗? 为什么? (U)	[演示实验] 碳还原氧化铜 [练习] 写出上述反应的化学方程式 [问题 1] 这个反应属于什么反应? (U) [问题 2] 请你分析 $2\text{CuO} + \text{C} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + 2\text{CO}_2$ 中 C 发生了什么反应? CuO 发生了什么反应? 你发现了什么规律? (M) [问题 3] 氧化反应和还原反应为什么一定是同时发生的? (U)	通过学生熟悉的实验情境引出一个能引发学生认知冲突的化学反应, [问题 1] 是顺应学生的思维, 只需通过记忆回答一个知识点: 还原反应, 故为 U 结构。[问题 2] 是在 [问题 1] 的基础上引发学生的认知冲突, 涉及多个知识点: 氧化反应、还原反应、氧化反应和还原反应是同时发生的, 故为 M 结构, 旨在让学生意识到用初中所学的知识判断化学反应是不全面的, 认识氧化反应和还原反应是同时发生、同时存在的, 学生的认知冲突通过顺应达到平衡。[问题 3] 是对 [问题 2] 的进一步深化, 为了渗透对立统一思想, 只涉及一个点, 故为 U 结构, 旨在提升学生的情感态度与价值观。
2. 知道氧化还原反应的特征是元素化合价的升降 (M)	[问题 II] 从化合价角度分析氧化还原反应有什么特点? 如何判断一个反应是氧化还原反应? (M)	[问题 4] 分析 P35 中 3 个有氧参与的氧化还原反应中各元素的化合价在反应前后有没有发生变化? (U) [问题 5] 推测氧化反应和还原反应与元素化合价升降有什么关系? (M) [问题 6] 判断 $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ 是否为氧化还原反应? 在上述反应中, 铁元素的化合价发生了什么变化? 铜元素的化合价发生了什么变化? 哪种物质发生了氧化反应? 哪种物质发生了还原反应? (M) [问题 7] 判断 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ 是否为氧化还原反应? (U) [问题 8] 前面我们根据是否离子参与反应, 将化学反应分为离子反应和非离子反应, 用你现在所学的知识, 你认为化学反应还有另一种分法吗? (M)	[问题 4] 只涉及化合价的变化, 故为 U 结构, 学生初步意识到氧化还原反应与化合价有联系。[问题 5] 在 [问题 4] 的基础上总结规律, 涉及化合价升降和氧化反应、还原反应多个知识点, 故为 M 结构, 学生建立化合价升降与氧化反应 / 还原反应之间的联系。[问题 6] 中的化学反应没有氧参与, 与 [问题 4] 中的 3 个有氧参与的反应形成对比, 学生会感觉有点陌生, 学生要运用 [问题 5] 所学的新知逆向思维去解决 [问题 6], 故为多点结构 M。通过元素化合价的升降, 可以知道 Fe 发生了氧化反应, CuSO_4 发生了还原反应, 而氧化反应和还原反应同时发生的反应是氧化还原反应, 故学生能判断其为氧化还原反应。[问题 7] 不是氧化还原反应, 与 [问题 6] 形成对比, 进一步加深学生对氧化还原反应特征的认识, 故为 U 结构。[问题 8] 是围绕 [问题 6] 和 [问题 7] 提出的, 故为 M 结构, 引导学生增加了一种新的分类标准: 反应前后是否有元素化合价的升降, 达到巩固和升华的效果。
3. 认识氧化还原反应的本质是电子转移, 理解化合价变化与电子转移之间的关系, 学会用双线桥表示氧化还原反应 (R)	[问题 III] 我们知道氧化还原反应中元素化合价发生了变化, 这种变化是由什么引起的? 从微观结构进行解释。 (R)	[演示实验] 钠与氯气的反应 [问题 9] 你观察到了哪些现象? (M) [问题 10] 请用化学方程式表示氯化钠的形成过程。 (U) [问题 11] 这个反应是氧化还原反应吗? (U) [问题 12] 为什么反应前后钠和氯的化合价发生了变化? 请阅读教材 P36(R) [追问] $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+, \text{Cl} \rightarrow \text{Cl}^-$ 变化的原因是什么? (R) [播放视频] NaCl 的形成动画过程 [学生小组活动] 用微观模型展示 NaCl 的形成过程, 并进行描述。 [问题 13] NaCl 形成过程中元素化合价变化量与电子转移量有什么关系? (R) [演示实验] 氯气和氢气的反应 [问题 14] 你观察到了哪些现象? (M) [问题 15] 请用化学方程式表示这个反应过程。 (U) [问题 16] 这个反应是氧化还原反应吗? (U) [设问] 这个反应中氢的化合价升高, 氯的化合价降低, 与氯化钠中化合价变化的原因相同吗? (R) [学生小组活动] 请阅读课本 P36-37, 用微观模型边演示边讲解 HCl 的形成过程。 [问题 17] 请你用自己的话描述 NaCl 与 HCl 的形成过程有什么区别? (R) [问题 18] 氢原子和氯原子的共用电子对位于中间吗? 为什么? (U)	[问题 9]、[问题 10] 和 [问题 11], 为了引入情境, 巩固新知。[问题 12] 和 [追问] 是探究 NaCl 的形成的微观过程, 元素化合价发生了什么变化, 为什么发生, 知道元素化合价变化是由电子的得失引起的, 涉及化合价和电子转移间的关系, 故为关联结构 R。[问题 13] 在 [问题 12] 和 [追问] 的基础上进一步加深学生化合价变化与电子转移在数量上的关系, 一个原子转移一个电子, 化合价就变化一个单位, 一个原子转移 n 个电子, 化合价变化 n 个单位, n 个原子转移一个电子, 化合价变化 n 个单位, 故为关联结构 R。[问题 14]、[问题 15] 和 [问题 16] 是为了引入情境, 巩固新知。[设问] 是激起学生的探究心理, [学习小组活动] 是让学生自己动手找答案, [问题 17] 探查学生的思维水平发展到哪一步, 还存在哪些疑惑, [问题 18] 和 [问题 19] 在 [问题 17] 的基础上引出共用电子对, 涉及元素化合价和共用电子对的偏移之间的关系, 故为 R 结构。[问题 20] 是考查学生的总结归纳能力, 从而揭示氧化还原反应的本质——电子的转移, 故为关联结构 R。[问题 21] 深化学生对氧化还原反应本质的认识, 将氧化还原反应观和物质观结合, 拓展学生的认识范围, 故为关联结构 R。[问题 22] 是对上述微观过程的符号表征, 引导学生学会双线桥的表示方法, 也是进一步促进学生理解氧化还原反应的本质, 故为关联结构 R。[问题 20] 是总结性问题, [问题 21] 是拓展性问题, [问题 22] 是引导性问题和巩固性问题。这三个问题相互作用, 强化学生对电子转移的认识。

	<p>[问题 19] 通过上述分析, 你知道 HCl 中为什么 H 的化合价为 +1, Cl 的化合价为 -1 吗? (R)</p> <p>[问题 20] 请结合氯化钠和氯化氢的形成过程, 分析元素化合价的变化与什么有关? 氧化还原反应的本质是什么? (R)</p> <p>[问题 21] 为什么 NaCl 的形成过程是电子的得失, HCl 的形成过程是共用电子对的偏移? (R)</p> <p>[问题 22] 如何用化学用语表示氧化还原反应? 以氯化钠的形成过程为例。(R)</p> <p>[练习] 请用双线桥表示下列反应:</p> $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} = \text{Fe} + \text{CO}_2, \text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$	
--	--	--

在课前教师运用该理论分析学生学习的障碍点, 寻找学生的认知冲突, 分析教学目标要达到的 SOLO 水平; 在课中, 教师采用 SOLO 问题链, 及时反馈学情, 及时调整教学内容, 正如斯金纳的程序教学模式, 实施小步子教学, 在每一步中进行刺激与强化, 激起学生的学习欲望; 在课后运用该理论对学生的学习效果进行检测与分析, 指导下一阶段的教学。

将 SOLO 问题链运用于教学课堂中, 通过分析学生的答案来判断学生的思维达到了 SOLO 的哪一结构, 使学生的思维可视化, 教师根据反馈的结果及时判断学生的现有思维水平和教学目标的思维水平之间的差距, 重新设置阶梯式的 SOLO 问题, 逐步接近预期的教学效果。长此以往, 学生会逐渐意识到, SOLO 问题可以探查自己认知上的不足, 自己可以通过 SOLO 问题进行元认知监控。

教师和学生的这种相互作用会强化学生的思维发展过程。

参考文献:

- [1] 比格斯著. 高凌飏译. 学习质量评价: SOLO 分类理论 [M]. 北京: 人民教育出版社, 2010: 20~23.
- [2] 李佳. 基于 SOLO 理论的测试工具开发以及高中生化学学习水平发展的研究 [D]. 广州: 华南师范大学博士学位论文, 2011.
- [3] 吕崧. 问题启发思维 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2014.
- [4] 王后雄. 问题链的类型及教学功能——以化学教学为例 [J]. 教育科学研究, 2010, (5): 50~54.
- [5] 刘金燕. 中学化学学科能力层级模型建构和应用 [D]. 广州: 华南师范大学硕士学位论文, 2015.
- [6] 刘志华, 谢洁纯, 罗俏芳. SOLO 分类理论在评价化学平衡画图题中的应用 [J]. 化学教学, 2016, (3): 79~82.

欢迎订阅 2017 年《化学教学》

邮发代号: 4-324 单价: 12.00 元

《化学教学》创刊于 1979 年, 是由国家教育部主管, 华东师范大学主办的全国中文核心期刊。30 多年来, 《化学教学》始终走在教学改革的最前沿, 努力打造促进教师专业成长的最佳平台。

《化学教学》栏目的设置涵盖了中学化学教学领域的各个方面, 既有对化学学科思想和课程教学理论的深度解析和探讨, 又有聚焦教学实际问题的行动研究和实践反思。《化学教学》既拥有一流的专业品质又契合教师的实际需求, 是值得每一位中学化学教师拥有的权威期刊。

内容模块: “专论”、“课改前沿”、“聚焦课堂”、“实验研究”、“测量评价”、“教学参考”、“视野”七大内容模块。

主要栏目: “教师发展”、“课程教材”、“探索实践”、“案例研究”、“精品课例”、“考试评析”、“作业研究”、“解题策略”、“化学史话”、“知识拓展”、“问题讨论”、“海外速递”、“热点评论”等。

邮局订阅: 全国各地邮局均可订阅。

联系电话: (021) 62232484