# 浅析课堂教学中的分形特征及其教学论意义①

李根亮,农嵩,肖娟
(右江民族医学院基础医学院,广西 百色 533000 E-mail:ligenliang@163.com)

**摘 要:** 课堂教学及其构成要素都是多层次、非线性的复杂系统。这类系统不能用常规的数学方法进行分析,而需要非线性的认识论和方法论来进行研究。分形理论正是这样的一种理论。在课堂教学活动中,教学内容、学生知识体系、学习过程、教学过程、教学结构等都具有分形特征,其分形维度的研究则为教育工作者教学活动的设计、实施和评价提供了量化指数。因此分形理论及分形维度对课堂教学活动具有重要的认识论、方法论和教学论指导意义。

**关键词:** 课堂教学;分形特征;分形维度;教学论意义;量化指标
**中图分类号:** G642 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5817(2015)06-0865-03
doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2015.06.037

课堂教学是一个多层次、非线性的复杂系统,是教和学的有机统一。而且,这个复杂系统的构成要素,如学生、教师、教学材料等也都是相对独立而又相互联系的、复杂的、非线性的系统。因此,课堂教学的设计、实施、反馈、评价等都存在着亟待解决的问题[1-3]。因为课堂教学是极其复杂的系统工程,研究教学活动需要用非线性的认识论和方法论。分形理论正是这样的一种理论。包括课堂教学在内的各教育系统及其分支系统都具有多层次的分形特征。本文试从教学内容、学生知识体系、学习过程、教学过程、教学结构等角度浅析课堂教学中的分形特征及其教学论意义。

## 1 分形概述

分形是指具有某种方式自相似的图像或集合。这种自相似不仅有局部与整体间严格的自相似,也有统计学意义上的不很严格的自相似。传统数学研究的是规则、线性、有序的系统,而分形几何相关理论研究的是不规则、非线性、无序的自相似系统。如果某图形是由把原图缩小为 1/a 的相似的 b 个图形所组成,且 $b=a^D$,则 D 称为分形维数(即分维)。分维的变化是连续的,它是分形系统复杂程度的量化指标。分形理论已在包括教育系统在内的许多领域得到了广泛的应用并产生了深远的影响[4-9]。

## 2 教学内容的分形特征及教学论意义

学生所学的每一门学科,都是一个系统的知识体系。该知识体系有其产生、发展、成熟等阶段,而每一章节的知识也是一个知识单元,它同样有这样几个发展阶段。即便每一知识点,也同样是在研究者的努力下经历了这样的发展阶段。因此学科知识体系的发展过程具有典型的时间分形特征。该分形具有特定的维度,该维度的大小正比于该知识体系的发展、完善速度。而随着知识体系的完善,各知识点之间、知识单元之间及知识体系之间也形成了相互交叉、相互关联的网状结构,这是一种典型的空间分形(结构分形)。该分形也具有特定的维度,该维度的大小正比于该知识体系的发展、完善程度。课堂教学内容来源于这些知识体系,因此它也具有这些知识体系的空间分形和时间分形特征。通常,空间分维大和时间分维小的知识点是学生学习的难点,且空间分维大的通常会是教学的重点和考点。在课堂教学中,教师需要熟悉教学内容的时空分维,从而定性和定量这些知识体系的结构组成及发展、完善过程中的特点,定性和定量教学的重难点,为更合理地安排教学内容、设计教学过程服务。

## 3 学生知识体系的分形特征及教学论意义

由于学生已有的知识体系即知识背景来源于具有分形特征的知识体系,因此,学生内化的知识及其构建的知识图景和知识体系也具有分形特征。这是一种典型的空间分形,具有特定的维度,该维度的大小正比于该学生对该知识体系的掌握、理解、熟悉和灵活运用的程度。而学生知识体系、思维品质及技能、能力的发展过程则是一种时间分形,它的分维则与该生的学习能力及学习速度成正比。可见,学生知识体系的时空分维可以量化学生的知识背景和学习能力,它为教师课堂教学中的因材施教提供了量化指标,为课堂教学设计、实施和学习能力的评价提供了量化的科学依据。

## 4 学习过程的分形特征及教学论意义

学习不是一个线性的过程,不是知识输入了多少就能内化多少、输出多少,这是因为学习者存在个体差异。虽然学生存在个体差异,但其认知过程具有共性。学生的认知过程是非线性的,是一种时间分形,它伴随着对知识点、知识单元和知识体系的兴奋的产生、增强、维持、减弱乃至消退等过程。在坐标图上,它表现为重复的、马鞍形的波动曲线。该分维越大,说明学生

① **基金项目:** 广西研究生教育创新计划项目(JGY2015136)和右江民族医学院 2013 年度校级教学方法改革专项(JGZA2013-07)

对所学内容产生的兴奋越强。在课堂教学中，这一分维越大，则说明学生的学习兴趣和积极性越高，课堂教学效果也会相对越好。因此，它可以量化评价课堂教学的效果和学生学习的效果。另外，这一分维的形态也代表了学生所学知识的难易程度。如该分维曲线中代表兴奋产生阶段的那段越平缓，通常说明所学知识的难度越大，而该段曲线较陡则通常说明所学知识难度较小。因此，在课堂教学中，难度越大的知识，越需要采取更强的刺激，即更有效的教学手段。从课堂教学过程来看，学生的学习过程就是学生遗忘曲线起伏波动的过程，是以上所说学生认知过程的不断重复。因此课堂教学过程是典型的时间分形。根据遗忘曲线的特点，教师必需合理安排教学过程，合理分配教和学的时间比例，采用多种有效的教学手段刺激学生的不同兴奋点，充分调动学生的学习积极性，让学生在一张一弛、劳逸结合的动态过程中学习，提高学习效率。另外，还有一种元认知的学习，即学习怎样学习的学习。它可以使学生在课堂及课外的学习密度增加，提高学生认知水平的分维，从而提高学生的学习效率。

## 5　教学过程的分形特征及教学论意义

课堂教学过程是一个复杂的非线性过程，它是教和学的有机统一。教师要根据教学内容的分维、学生认知背景的分维、学生认知过程的分维及学生学习能力的分维，合理组织教学活动。这在前面已经提到，这里主要说一下课堂教学内容分配的问题。教学内容是课堂教学活动的载体，知识的掌握和能力的提高是教学的目的所在。因此每一堂课都要完成一定量的教学内容(任务)。这就涉及到如何进行教学内容时空分配的问题。根据记忆的认知心理规律，教学内容的课堂分配涉及单位活动的记忆量及单位时间的记忆量，这实质是课堂教学密度的问题。由于人的短时记忆量约为 7 个单元，而不同的人又略有差异，因此课堂教学活动单位的内容分配应以 5～7 个单元为宜，即一次学习 5～7 个单元的记忆兴奋点作为一个更高层次的单元，即知识记忆点；每 5～7 个知识记忆点作为一个单元构成一个小知识体系，再以 5～7 个小知识体系构成更大的知识体系。以此类推，使课堂教学的内容分配构成一个典型的空间分形。该分维的大小要根据学生的认知水平、个体特点、教学内容的量、教学内容的难易程度和教学的背景(包括教学条件)来决定。多种教学手段和多媒体教学的运用可以增加教学内容展示方式的多样性，调动学生更多感官参与学习过程，使不同感官交替活动以完成兴奋的有效产生和转移，从而构建课堂教学活动中的节律性和产生时间分形的特征，使教学活动呈波浪式推进，增加课堂教学密度、各知识点的出现频率及学生兴奋点的密度，从而提高教学内容的时空分维、优化教学内容的分配、提高教学效率。

## 6　教学结构的分形特征及教学论意义

如何有效组织课堂教学、优化教和学的时空分配、达到更好的学习效果，是老师和学生的共同追求。当今的教育是系统化的批量教育，是将众多的学生按照学习阶段进行分批教育的过程。这一过程的完成有赖于教学结构的完善。班级就是这一结构的基本单元之一。学生以班级为单位进行学习，班级又分成小组，每组有若干学生。班级由班干管理，小组组长管理。学生的学习则包括个体学习、小组学习、班级学习等。这样的一个结构体系也明显构成了典型的空间分形。这一分形结构有利于学生更好地学习掌握知识、提高能力。如在个体学习的基础上还有小组学习和班级学习。正如孔子说的："三人行，必有我师"，个体总会有自己的不足，他人总会有他人的长处。而人的学习本质上就是学习和模仿他人或自然的过程。在分形结构的课堂学习和管理中，学生可以相互学习、相互交流、取长补短、激励先进、鞭策后进。在这一分形体系中，学生不但可以获得自我反馈信息，还可以获得更多的来自小组和班级的反馈信息，从而使其更好地自我调整；而系统本身也根据反馈信息对个体进行综合调整，使整体学习功能实现最大化，从而使个体更好地成长和进步，使教育教学朝着既定的目标前进。分形的自相似性还使个体和系统能在不规则、非线性的学习成长过程中，根据学习过程的分形特征预测学习成长过程中可能出错的时间和空间，选择可以降低和纠正错误的策略。分形结构的学习团队的打造，也使课堂教学在培育群体的同时促进个体的成长。

除了上面提到的分形特征及教学论意义外，在涉及课堂教学方面，分形研究在个别辅导和整体教授、教学大纲的编写、创造性思维品质的培养、个性品质的养成等方面也都有着重要的作用。总之，分形与课堂教学密切相关，在课堂教学活动的各个环节都具有分形特征，这些分形特征对课堂教学活动的设计和实施在认识论、方法论和教学论上具有重要的指导意义。另外，分维的研究还为教育工作者提供了教学评价的量化指数，从而使极其复杂的、非线性的教育系统的研究走向"科学－实证"的客观、精确、确定、可重复和可检验性研究成为可能[10－12]。但分维应用于课堂教学设计和评价需要量化指标参数的精确测量，这还有待进一步研究。

**参考文献：**

[1]　杨园园，钟斌. 浅谈人体解剖课堂教学的生动性[J]. 右江民族医学院学报，2014，36(2)：289－290.

[2]　黄翦. 加涅信息加工论对高校教师教学设计的启示[J]. 右江民族医学院学报，2014，36(2)：292－294.

[3]　费世杰，韦叶生，覃志坚. 优化医学免疫学教学内容的探索[J]. 右江民族医学院学报，2015，37(1)：150－151.

(下转第 868 页)

## 3　讨论

案例教学法是通过一些典型案例，让学生进入情景，设身处地接触，处理和分析问题，提高医学生发现问题、思考问题、分析问题和解决问题的能力，但是案例的来源不足，教师研究和编制一个好且有效的案例，不仅需要技能和经验，准备工作也至少需要一两个月时间，而且学生也需要花大量时间来完成准备工作，此外，此教学方法容易受到教学条件的限制，而且要求班级规模不宜过大，分组不宜过多，每组人数 4～6 人为宜，因为人数太多不利于进行讨论[2]。案例教学法对教师要求是加强教师的指导作用。“案例教学法”是一种参与式教学模式，学生是学习主体，教师起到指导和鼓励的作用，教学过程中教师与学生共同参与、彼此互动。所以，教师在教学过程中需要充分调动学生积极性，引导学生思考、讨论和分析，鼓励学生积极探索，对学生的意见进行适当点评，帮助学生对问题进行梳理和归纳，最终形成系统的知识结构[3]。

学生虽然是接受知识的群体，他们并不满足于被动接受知识的传统教学法局面，他们更乐于以自身为主体的课堂讨论或学生讲课形式的团队参与式互动教学法，渴望老师给予他们营造和谐平等、团结互助、愉快活泼、奋发向上的团队参与式互动教学的良好学习环境，以便达到他们施展自我、表现才能和互帮共学的目的，这有利于培养学生的竞争意识和协助精神，学生在团队参与式互动教学过程中还获得优势互补、取长补短的效应[4]。此外，案例教学法要求教师不断的目的专业知识和提高综合素质，锻炼自己的课堂掌控能力，充分调动学生的自主学习的积极性，对案例的选择、课时数以及多媒体辅助教学的硬件设施等也都有较高要求，所以教师需要很好地整合资源，案例教学法的教学效果才能落到实处[5]。案例分析与讨论能锻炼学生的思维能力、分析能力、创造能力、人际交往能力。学生间互相学习、共同提高，同时学生能重新认识自我、增强自信。讨论中教师巡回与指导，能确保围绕主题、顺利展开。将案例教学与授课内容有机融合、链接、归纳、总结，加深学生对知识的理解和掌握，从而学会运用理论知识解决实际问题[6]。

总之，在预防医学教学中应用案例教学法，不仅有助于培养学生的职业情感，而且有助于培养学生在预防医学实践中的预防决策能力，为培养具有较强实践能力和创新精神的医学人才奠定良好的基础。

**参考文献：**


[1]　唐咏梅，袁聚祥，范雪云，等. 案例教学在预防医学专业课程教学中的实践应用[J]. 现代预防医学，2010，37(18)：3489－3490，3495.

[2]　贾淑平. 案例教学法结合传统教学法在《医学免疫学与病原生物学》教学中的应用[J]. 现代预防医学，2013，40(5)：998－999.

[3]　袁慧，王金权，黄月娥，等. “案例教学法”在医学统计学教学中的应用研究[J]. 中华疾病控制杂志，2013，17(2)：173－175.

[4]　王彩冰，赵善民，何显教，等. 以学生为主体的团队参与式互动教学的实践效果与评价[J]. 右江民族医学院学报，2015，37(1)：148－149，158.

[5]　贾淑平. 案例教学法与传统教学法在护理《病原生物学与免疫学》中的教学效果比较[J]. 现代预防医学，2013，40(6)：1199－1201.

[6]　郝萍，崔蓉，王彦茹，等. 案例教学法在《护理营养学》教学中的效果评价[J]. 护士进修杂志，2013，28(16)：1505－1507.


**收稿日期：**2015－03－19；**修回日期：**2015－04－02

(上接第 866 页)


[4]　Lin F, Zhu PJ, Huang F, et al. Aortic stiffness is associated with the central retinal arteriolar equivalent and retinal vascular fractal dimension in a population along the southeastern coast of China[J]. Hypertens Res, 2015, 38(5): 342－348.

[5]　Puškaš N, Zaletel I, Stefanovic BD, et al. Fractal dimension of apical dendritic arborization differs in the superficial and the deep pyramidal neurons of the rat cerebral neocortex[J]. Neurosci Lett, 2015, 589: 88－91.

[6]　Zhang Y, Zhou WD, Yuan SS, et al. Seizure detection method based on fractal dimension and gradient boosting [J]. Epilepsy Behav, 2015, 43: 30－38.

[7]　Abramyuk A, Hietschold V, Appold S, et al. Radiochemotherapy－induced changes of tumour vascularity and blood supply estimated by dynamic contrast－enhanced CT and fractal analysis in malignant head and neck tumours[J]. Br J Radiol, 2015, 88(1045): 20140412.

[8]　张海军. 混沌分形与高职教育浅析[J]. 职业，2013(3)：124－125.

[9]　李根亮，农嵩，李朝敢. 浅析分形理论在生物化学教学中的应用[J]. 右江民族医学院学报，2012，34(2)：232－234.

[10]　West BJ. Fractal probability measures of learning[J]. Methods, 2001, 24(4): 395－402.

[11]　Castillo RD, Kloos H, Holden JG, et al. Fractal coordination in adults' attention to hierarchical visual patterns [J]. Nonlinear Dynamics Psychol Life Sci, 2015, 19(2): 147－172.

[12]　Hagerhall CM, Laike T, Küller M, et al. Human physiological benefits of viewing nature: EEG responses to exact and statistical fractal patterns[J]. Nonlinear Dynamics Psychol Life Sci, 2015, 19(1): 1－12.


**收稿日期：**2015－05－13；**修回日期：**2015－09－14