การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพื่อการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียน
MATHEMATICAL CONNECTIONS FOR LEARNER'S KNOWLEDGE CREATION

วาสุกรี แสงป้อม[1]
Wasukree Sangpom

บทคัดย่อ

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ซึ่งกำหนดไว้ทั้งในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและการศึกษาขั้นสูง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จเกี่ยวกับการเชื่อมโยงภายในหัวข้อและระหว่างหัวข้อทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเชื่อมโยงในสาขาวิชาอื่นที่ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้โดยผู้เรียนเอง ดังนั้น การสอนจึงต้องเตรียมวิธีการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนที่สามารถนำไปใช้ในอนาคต และด้านการเรียนรู้ผู้เรียนสามารถสร้างความหมายด้วยตัวของผู้เรียนเอง ปัจจุบันมีการนำแนวคิดทฤษฎีมาเพื่ออธิบายการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในมุมมองทางด้านกลุ่มแนวคิดการสร้างความรู้เชิงปัญญา กลุ่มแนวคิดการสร้างความรู้เชิงสังคม และพื้นที่ใหม่ในการอธิบายที่มีความน่าสนใจ สร้างองค์ความรู้ใหม่ของงานทางด้านนี้ ได้แก่ การอธิบายทางด้านศาสตร์เกี่ยวกับการรู้ สาขาวิชาด้านประสาทวิทยาศาสตร์การรู้คิด

Abstract

Mathematical connection is one of the important mathematical processes, which has been defined both in basic education curriculum and advanced curriculum in order to help students achieve the success on the connection within the topic and between mathematical topics, in connection to other disciplines that students can create their own knowledge by themselves. Therefore, the learning approaches are required to be prepared for the instruction that students could apply to use in the future when learners create their own meaning. Currently, the theory is applied to describe the mathematical connection in aspects of cognitive constructivism and social constructivism. This could be explained to create the new knowledge in this field of work, cognitive science, in the area of neuroscience.

[1] ดร., อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี
Dr., Mathematics Program, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Suphan Buri, E-mail: wasukree_j@hotmail.com

บทนำ

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในเชิงประวัติศาสตร์ Brownell (1935) กล่าวว่า การสอนเลขคณิตเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างความคิดรวบยอดที่มีความหมายเป็นสิ่งที่ควรใช้ความสัมพันธ์ทางด้านพีชคณิตและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เนื่องจากความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สนับสนุนการเรียนรู้เลขคณิตเพื่อสร้างและให้ความหมายจากขั้นตอนในการแก้ปัญหา เมื่อพิจารณาทิศทางของหลักสูตรระหว่างศตวรรษที่ 20 ได้เตรียมมุมมองที่หลากหลายโดยเน้นเรื่องการเชื่อมโยงรายวิชาในโรงเรียนมัธยมศึกษา ช่วงปี ค.ศ. 1950-1959 ได้ออกแบบหลักสูตรเพื่อเชื่อมต่อกับความต้องการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนซึ่งมีเป้าหมายในการนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาชีพ แม้ว่าจะสามารถแสดงให้เห็นว่ารายวิชาที่เสนอสามารถเชื่อมโยงได้อย่างมีความหมายในการทำงานและนำไปใช้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงแต่หลักสูตรที่สร้างยังคงแยกออกเป็นส่วนๆ (Senk and Thompson, 2003) ขณะเดียวกันกระบวนวิชาพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติถูกลดความสำคัญในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Willoughby, 1990) นอกจากนี้แม้ว่าหนังสือเรียนจะนำเสนอวิธีการที่เชื่อมโยงไปยังคณิตศาสตร์ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1920-1929 ก็มีแรงต้านจากครูผู้สอน ผู้ปกครอง และผู้ที่ได้รับมอบหมายให้จัดการดูแลทางด้านการศึกษาซึ่งมีอุปสรรคในการยอมรับอย่างแพร่หลาย (Willoughby, 2000) โปรแกรมคณิตศาสตร์แบบใหม่จึงเกิดขึ้นใน ปี ค.ศ. 1950-1959 ที่เน้นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Senk and Thompson, 2003) ทำให้ได้รับการวิพากษ์ในแง่ลบ โปรแกรมคณิตศาสตร์จึงได้พยายามมองย้อนกลับในส่วนที่สำคัญที่สุดจึงได้รับข้อเสนอแนะจากผู้ที่มีชื่อเสียงให้ความสำคัญกับทักษะและขั้นตอนการเรียนรู้โดยให้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หรือการบูรณาการทางคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่กำหนดไว้ในเป้าหมายหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน (NCTM, 1989; NCTM, 2000; Evitts, 2004; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และเป็นเครื่องมือที่สำคัญของทั้งผู้สอนและผู้เรียน (Mousley, 2004) เพื่ออธิบายความสามารถของผู้เรียนในการสร้างความสัมพันธ์ของความรู้จากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนรู้มาก่อนหน้านี้ และสามารถค้นพบการเชื่อมโยงได้อย่างหลากหลาย ประกอบด้วย การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้กับเนื้อหาคณิตศาสตร์ และ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่นๆ (อัมพร ม้าคะนอง, 2547) นอกจากนี้โรงเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศญี่ปุ่นเน้นคณิตศาสตร์ในฐานะการสร้างการเชื่อมโยงด้วยตัวของผู้เรียนเองซึ่งเป็นหนึ่งในมาตรฐานการเรียนรู้หลัก (Sawada, 1996) หลักสูตรของประเทศสหรัฐอเมริกาและหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของประเทศไทย มีความคล้ายทั้งในด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประเทศไทยได้เพิ่มอีกหนึ่งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (creativity) แต่สิ่งที่ต้องการเน้นเหมือนกันคือการจัดการเรียนและการสอนเพื่อบูรณาการทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เนื้อหาและคุณลักษณะอันพึงประสงค์เข้าด้วยกันที่เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในความหมายที่เกี่ยวกับการเรียนและการสอนเป็นการบูรณาการแนวคิดที่มีการเชื่อมโยงภายในวิชา จากการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันให้มีความสัมพันธ์กันการเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ 2 สาขาวิชาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อที่เกี่ยวข้องกัน (NCTM, 1991; NCTM, 2000) ระบบโรงเรียนนักเรียนควรเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในสิ่งที่เรียนจากบทเรียนหนึ่งไปยังสิ่งที่จะเรียนบทเรียนต่อไปเพื่อเชื่อมโยงสาระและก่อให้เกิดความสัมพันธ์ในเนื้อหา (Lampert, 2001: p.179) แง่มุมทางด้านการเรียนรู้ของผู้เรียนเครื่องมือที่ได้รับการยอมรับเพื่อพัฒนาการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ คือ การแก้ปัญหาในวิธีการที่แตกต่าง (Polya, 1973; Coxford, 1995; Fennema and Romberg, 1999; NCTM, 2000) แง่มุมทางด้านการสอนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ควรเป็นสิ่งที่ถูกพัฒนาจากสถานการณ์ (NCTM, 1989, p.11) กิจกรรมที่เหมาะสมในการค้นหาหรือถูกสร้างควรเชื่อมโยงแนวคิดและขั้นตอนทั้งระหว่างหัวข้อทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาอื่นๆ ถือเป็นตำแหน่งที่มีปัญหาอย่างมาก

(Romberg, 1994) และสิ่งสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ คือ การแก้ปัญหาที่อาศัยการอธิบายจากขั้นตอน กระบวนการ ตัวเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพื่อร่วมกันอภิปรายทั้งชั้นเรียนการตั้งประเด็นคำถามกับผู้เรียนอย่างเป้าหมายเพื่อให้มองเห็นความสัมพันธ์ในการค้นหาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Coxford, 1995, p.12) เป็นสิ่งที่ควรตระหนักในการจัดการเรียนและการสอนความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เริ่มจากพัฒนาการทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถที่จะเข้าใจคณิตศาสตร์ (intuitive mathematics) คณิตศาสตร์ที่ไม่เป็นทางการ (informal mathematics) สิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านประสบการณ์ตรงของตัวเองและคณิตศาสตร์ที่เรียนในโรงเรียน การเชื่อมโยงระหว่างความคิดรวบยอดในหัวข้อคณิตศาสตร์ที่แตกต่าง คณิตศาสตร์และความรู้สาขาอื่นๆ และคณิตศาสตร์ที่อยู่ในชีวิตประจำวันเป็นการส่งเสริมการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ที่ไม่เป็นทางการของผู้เรียนไปยังคณิตศาสตร์ที่เป็นทางการ (NCTM, 2000: p.132) รวมทั้งส่งเสริมการแสดงแทนเชิงความสัมพันธ์ที่แตกต่างหรือเนื้อหาทางด้านคณิตศาสตร์ เป็นแง่มุมสำคัญของงานทางด้านคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงไปยังความรู้อื่น (Noss, Healy and Hoyles, 1997) ผู้เรียนควรสามารถจำแนกและนำไปใช้ในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันด้วยตัวเอง คำอธิบายการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 3-5

ลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การจำแนกลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้จำแนกลักษณะต่างๆ NCTM (1989) กล่าวว่า วิธีการที่เป็นไปได้ที่ผู้เรียนสามารถมีประสบการณ์กับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในมาตรฐานที่ 9 การเชื่อมโยง (connections) เป็นโปรแกรมการเรียนและการสอนคณิตศาสตร์ควรจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อเสริมสร้างให้ผู้เรียนได้รู้และเข้าใจคณิตศาสตร์และให้ผู้เรียนทุกคนมีลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ตระหนักถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงและสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่างๆ ตลอดจนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้

2. สามารถเข้าใจถึงวิธีการที่จะสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่มีเป้าหมายเพื่อสร้างความรู้ใหม่ได้

3. สามารถขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปช่วยการพิจารณายุทธวิธีต่างๆ ได้

4. สามารถระลึกถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้และสามารถนำความรู้มาใช้เชื่อมโยงในการเรียนคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ ได้

Roddy (1992) ได้ศึกษาคำถามของผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาโดยอาศัยแนวคิดเรื่องการเชื่อมโยง จากลักษณะของการเชื่อมโยงสองลักษณะใน the NCTM Standards ปี ค.ศ. 1989 ได้แก่

1. การเชื่อมโยงเชิงโมเดล (modeling connections) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์

2. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (mathematical connections) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างการแสดงแทนและขั้นตอนที่สอดคล้องกัน (NCTM, 1989, p.148) ในฐานะที่เป็นพื้นฐานของการศึกษา

Hau (1993) กล่าวว่า แนวคิดสำหรับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำแนกได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ การเชื่อมโยงภายใน (internal connections) และ การเชื่อมโยงภายนอก (external connections)

ลำดับที่หนึ่ง การเชื่อมโยงภายในอ้างอิงถึงการใช้ประโยชน์ภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์และจำแนกออกเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

1. การนำไปใช้ (applied) เป็นการประยุกต์ใช้เกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการพัฒนาในเรื่องความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ใหม่ (p.54)

2. โครงสร้าง (structural) เป็นการเชื่อมโยงในเชิงการจัดการเพื่อจะบรรยายแนวคิดและความคิดรวบยอดในสาขาให้เป็นระบบ (p.24)

3. ความคิดรวบยอดและขั้นตอน (conceptual-procedural) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างทักษะและความคิดรวบยอด

4. ประวัติศาสตร์และวัฒนธรรม (historical/cultural) เป็นการเชื่อมโยงตามช่วงเวลา ซึ่งระบุบทบาทของประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมในคณิตศาสตร์และผลที่เกิดขึ้นจากการกระตุ้น

ลำดับที่สอง การเชื่อมโยงภายนอก อ้างอิงเพื่อใช้ในสาขาอื่นที่นอกเหนือจากสาขาคณิตศาสตร์ จำแนกออกเป็น สังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ผู้บริโภคที่เกี่ยวข้อง อาชีพเกี่ยวข้อง และชีวิตประจำวัน Coxford (1995) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับสามแง่มุม ดังนี้

1. การรวมให้เป็นหน่วยเดียวกัน (unifying themes) ได้แก่ การเปลี่ยนแปลง (change) ข้อมูล (data) และรูปร่าง (shape)

2. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (mathematical processes) ได้แก่ การแสดงแทน (representation) การประยุกต์ใช้ (application) การแก้ปัญหา (problem solving) และการให้เหตุผล (reasoning)

3. ตัวเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (mathematical connectors) ได้แก่ ฟังก์ชัน (function) เมตริกซ์ (matrix) ขั้นตอนการทำงาน (algorithms or Procedure) กราฟ (graph) ตัวแปร (variable) อัตราส่วน (ratio) และการแปลง (transformation)

NCTM (2000) กำหนดลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในโปรแกรมการสอนจากระดับก่อนอนุบาลถึงนักเรียนเกรด 12 ผู้เรียนทุกคนสามารถที่จะ 1) ตระหนักและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 2) เข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์และนำความรู้หนึ่งไปสร้างความรู้ใหม่ได้ 3) ตระหนักและประยุกต์คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

Evitts (2004) กล่าวว่า ลักษณะการเชื่อมโยงเป็นมาตรฐานการเชื่อมโยงประกอบด้วย 5 ลักษณะ โดยใช้แนวคิดจาก NCTM (2000) ผลการวิจัย พบว่า ลักษณะการเชื่อมโยงจำแนกได้ 5 ลักษณะที่เป็นรากฐาน ทฤษฎีที่ใช้อธิบายการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คือ ทฤษฎีสกีมาของ Marshall (1995) ให้นิยามสกีมา คือโครงสร้างของความสามารถในการจำเพื่อพัฒนาประสบการณ์และตอบสนองแต่ละคนไปยังสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

1. การเชื่อมโยงเชิงโมเดล (Modeling Connections) เป็นสิ่งที่เชื่อมต่อระหว่างโลกของคณิตศาสตร์ (world of mathematics) และโลกของความเป็นจริง (real world) ของผู้เรียน

2. การเชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง (Structural Connections) คือ โครงสร้างที่เหมือนกันจากแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกันระหว่างสองแนวคิดจากการวางลำดับของเนื้อหา

3. การเชื่อมโยงทางการแสดงแทน (Representational Connections) คือ การแสดงถึงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่แสดงในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ จำนวน สัญลักษณ์ รูปภาพ และภาษาพูดที่ทำให้เกิดความหมาย

4. การเชื่อมโยงระหว่างขั้นตอนและความคิดรวบยอด (Procedure-concept Connections) คือ ความสัมพันธ์ของความรู้ที่เป็นความคิดรวบยอดและที่เป็นขั้นตอน ซึ่งแต่ละคนสามารถอธิบายหรือลงมือกระทำเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักการ สูตร การรับรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์

5. การเชื่อมโยงระหว่างสาระของคณิตศาสตร์ (Connection between Strands of Mathematics) เป็นการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา แล้ววิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อสามารถอ้างอิงสิ่งที่แก้ปัญหาไปยังเนื้อหาคณิตศาสตร์

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะผูกติดกับทั้งหลักสูตรการศึกษาในระดับขั้นพื้นฐาน และหลักสูตรการศึกษาขั้นสูง วิธีการวิจัยเป็นการวิจัยในเชิงปริมาณ เชิงคุณภาพ และวิธีการวิจัยที่ผสมผสานการวิจัยในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยมีบริบทของแต่ละประเทศเป็นสำคัญ ปัจจุบันงานทางด้านคณิตศาสตรศึกษาจะอธิบายการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้วยการจำแนกลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ซึ่งประมาณร้อยละ 70 เป็นงานวิจัยในเชิงคุณภาพ

แนวคิดที่ใช้ในการอธิบายการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

Brownell (1935) อธิบายการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากการให้และการสร้างความหมายของเลขคณิตโดยใช้ทฤษฎีความหมายของการสอนเลขคณิต (Meaning Theory of Arithmetic Instruction) เนื่องจากเลขคณิตใกล้กับระบบในสิ่งที่จะเชื่อมโยงกับแนวคิด หลักการ และกระบวนการที่สามารถจะเข้าใจได้ ความคิดรวบยอดที่มีความหมายกลายเป็นสิ่งที่เหมาะที่จะใช้ในความสัมพันธ์ใหม่และในการเชื่อมโยงที่เกี่ยวกับสถานการณ์ต่างๆ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่อาศัยการอธิบายจากความรู้ที่ถูกเชื่อมโยงในรูปแบบที่เป็นโครงสร้าง Mayer (1975) ได้ทดลองด้วยยุทธวิธีในเชิงการสอนและยุทธวิธีทางด้าน

การเรียนรู้จากประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนหรือการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ มุมมองการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ กระบวนการ ทักษะ ทัศนคติ เป็นกระบวนการและถูกรวบรวมในโครงสร้างเชิงการรู้ของผู้เรียน ซึ่งอาศัยทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978) มาอธิบายและจำเป็นที่ต้องสร้างความรู้อย่างมีความหมาย (Ausubel, 1963; Novak and Gowin, 1993)

มาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แนวคิดจาก NCTM (2000) เพื่อจำแนกลักษณะการเชื่อมโยง Evitts (2004) ใช้ทฤษฎีสกีมา (schema Theory) ของ Marshall (1995) นิยามสกีมา คือ โครงสร้างของความสามารถในการจำเพื่อพัฒนาประสบการณ์และตอบสนองแต่ละคนไปยังสิ่งแวดล้อม เพื่ออธิบายลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในบริบทของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่อาศัยความเหมือนและความแตกต่างระหว่างการแสดงแทนที่หลากหลายเกี่ยวกับความคิดรวบยอดที่เหมือนกันในเนื้อหาเกี่ยวกับหลักสูตรคณิตศาสตร์อาจเป็นวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างตามแนวคิดของ Leikin and Waynberg (2007) พิจารณาลักษณะคำตอบที่หลากหลายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากแนวคิดของ Hiebert and Carpenter (1992) ดังนี้

1. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่อาศัยความเหมือนและความแตกต่างระหว่างการแสดงแทนที่หลากหลายเกี่ยวกับความคิดรวบยอดที่คล้ายกันในฐานะแง่มุมมองเกี่ยวกับความเข้าใจ ถ้าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การพิจารณาด้วยการอธิบายจากระบบประสาท

2. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระหว่างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการประกอบด้วย การเชื่อมโยงตามในการจัดระบบตามลำดับขั้น

3. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระหว่างความแตกต่างของสาขาวิชาคณิตศาสตร์

โดยมากแนวคิดที่ใช้ในการอธิบายการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นมุมมองทางด้านกลุ่มแนวคิดการสร้างความรู้เชิงปัญญา (Cognitive constructivism) กลุ่มแนวคิดที่ควรนำมาร่วมในการอธิบาย ได้แก่ กลุ่มแนวคิดการสร้างความรู้เชิงสังคม (social constructivism) และพื้นที่ใหม่ในการอธิบายที่มีความน่าสนใจ สร้างองค์ความรู้ใหม่ของงานทางด้านนี้ ได้แก่ การอธิบายทางด้านศาสตร์เกี่ยวกับการรู้ (cognitive science) สาขาวิชาด้านประสาทวิทยาศาสตร์การรู้คิด (cognitive neuroscience) เกี่ยวกับระบบประสาทที่เป็นการทำงานร่วมกับทางด้านการแพทย์

บทสรุป

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ในสาขาอื่น ๆ และเป็นการจัดเตรียมบริบททางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนมองคณิตศาสตร์ในฐานะวิธีการที่ช่วยให้เข้าใจด้วยตนเอง จึงควรกำหนดไว้ทั้งในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและการศึกษาขั้นสูง สนับสนุนในเชิงการสอนผู้สอนต้องเห็นความเชื่อมโยงทั้งหลักสูตรไม่ใช่เฉพาะในส่วนที่รับผิดชอบดังนั้นวิธีการสอนควรเปลี่ยนจากการบรรยายมาเป็นการให้โอกาสผู้เรียนในการเรียนรู้ ในเชิงการเรียนรู้ควรเตรียมวิธีการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน คือ การเรียนรู้วันนี้เพื่อเป็นเครื่องมือเรียนรู้ในอนาคต เพื่อให้ผู้เรียนสร้าง ให้ความหมายด้วยตนเองจากการออกแบบสถานการณ์ปัญหา

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช* 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

อัมพร ม้าคนอง. (2547). *การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.* ใน พร้อมพรรณ อุดมสิน และ อัมพร ม้าคนอง (บรรณาธิการ). ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.

Ausubel, D.P. (1963). The Psychology of Meaningful Learning. New York: Grune and Stratton.

Brownell, W.A. (1935). Psychological considerations in the learning and the teaching of arithmetic. In W.D. Reeve (Ed.). The teaching of arithmetic (10th Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics). (pp.1-31). New York: Columbia University, Teachers College, Bureau of Publications.

Coxford, F.A. (1995). The Case for Connections. In P.A. House (Ed.). Connecting mathematics across the curriculum, 1995 Yearbook. (pp.3-21). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Evitts, T. (2004). Investigating the mathematics connections that preservice teachers use and develop while solving problems from reform curricula. Ph.D. Dissertation, Curriculum and Instruction, The Pennsylvania State University, U.S.A.

Fennema, E. and Romberg, T.A. (1999). Classrooms that promote mathematical understanding. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Hau, S.A. (1993). An analysis of the mathematical connection recognized by students in an elementary school teacher education program [Abstract]. Doctoral Dissertation, University of Georgia. In Dissertation Abstracts International. p.852A.

Lampert, M. (2001). Teaching to Deliberately Connect content Across Lesson. Teaching Problems and the Problems of teaching (pp.179-181), Yale University.