การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*

DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL MODEL BASED ON CONCEPTUAL CHANGE MODEL AND LESH'S TRANSLATION MODEL APPROACHES TO ENHANCE MATHEMATICAL CONCEPT OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

สุธารัตน์ สมรรถการ
Sutharat Samattakarn
วิชัย เสวกงาม
Wichai Saweknggam
อัมพร ม้าคนอง
Aumporn Makanong
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University, Thailand
E-mail: tonsom23redarmyfc@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ ที่จะทำให้ผู้สอนสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แบ่งเป็น 2 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องและการกำหนดองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2) ระยะที่ 2 การสร้างและประเมินรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย รูปแบบการเรียนการสอน คู่มือและแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การวิจัยแบบวิจัยและพัฒนา กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรการเรียนการสอนและการวัดประเมินผล จำนวน 5 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินความถูกต้องและความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้

* Received 2 November 2021; Revised 12 April 2022; Accepted 17 April 2022

ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกระตุ้นความสงสัย 2) การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์ 3) การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย 4) การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ และ 5) การนำไปใช้ ผลการประเมินรูปแบบการเรียนการสอน พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.66, S.D. = 0.51) ผู้สนใจที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปใช้ ควรศึกษาคู่มือการใช้รูปแบบ การเรียนการสอนอย่างละเอียด เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

คำสำคัญ: แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์, แนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช, มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Abstract

The objectives of this research article were to develop an instructional model based on the conceptual change model and Lech's translation model approaches to enhance the mathematical concept of lower secondary school students. Students had a conceptual idea about the content of mathematics, which was the true understanding to enable teachers to teach mathematics effectively. The research process consisted of 2 phases: 1) Assessing preliminary data to develop the instructional model; 2) Constructing and evaluating the instructional model (R1), including instructional model, manuals for instructional model use, and learning management plan. This research was a research and development. The sample included 5experts in curriculum and evaluation for investigating content validity and appropriateness of tools. Research instruments were the consistency index of instructional model appropriateness and related literature. Data were analyzed by using mean and standard deviations. The results were as follows. The process of the instructional model consisted of 5 stages: 1) Arousing suspicion; 2) Planning for conceptualization; 3) Using various representations for conceptualization; 4) Summarizing the meaning of a new concept, and 5) Implementation. The instructional model was appropriate at the highest level ($\bar{X}$ = 4.66, S.D. = 0.51). It is suggested that individuals interested in the instructional model should study its manual thoroughly to achieve the objectives of the model.

Keywords: Conceptual Change Model Approach, Lesh's Translation Model Approach, Mathematical Concept

บทนำ

การศึกษาคณิตศาสตร์ไม่ได้มีประโยชน์เพียงเพื่อการคิดคำนวณ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับ มโนทัศน์ มีลักษณะเป็นสากล เป็นภาษาสัญลักษณ์ กำหนดสัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีความเป็นเหตุเป็นผล ฝึกการคิดอย่างมีระบบระเบียบ ฝึกการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัฒน์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) ซึ่งเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นต้องการให้ผู้เรียนได้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีทักษะการคิดคำนวณ สามารถนำหลักการ กฎ สูตร มาใช้ และสามารถแก้ปัญหาได้ (สิริพร ทิพย์คง, 2558) นอกจากนี้ ความสำเร็จในการเรียนรู้หรือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อปัญหาเป็นสถานการณ์ที่ซับซ้อน ไม่คุ้นเคย หรือต้องใช้การแปลความหมายทางคณิตศาสตร์ นักเรียนอาจไม่สามารถใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่คุ้นเคยแก้ปัญหาได้ทันที แต่อาจต้องการความเข้าใจหรือมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ มาประกอบการคิด และที่สำคัญปัญหาคณิตศาสตร์บางปัญหาไม่ต้องการกระบวนการแก้ปัญหาตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ หรือไม่มีขั้นตอนเฉพาะใด ๆ ในการแก้ปัญหา แต่ต้องใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างสมเหตุสมผลประกอบกัน (Hallett, D. H., 2001)

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) เป็นความคิดสำคัญและความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเกิดจากความรู้ การสังเกต อันเกิดจากการได้รับประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ในด้านการคำนวณ ความสัมพันธ์กับจำนวน และสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่สัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน แยกแยะความแตกต่างของสิ่งที่ไม่สัมพันธ์กันออกจากกัน รวบรวมข้อเท็จจริงต่าง ๆ ซึ่งสรุปความเข้าใจออกมาในรูปของบทนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่าง ๆ ของวิชาคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายความคิด ความเข้าใจเหล่านั้นด้วยภาษา ภาพ และสัญลักษณ์ (Park, M. S., 2013) สอดคล้องกับความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญ ความหมาย ที่มา หรือการขยายความ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม นิยาม เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้นักเรียนสามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะตามความคิดนามธรรมนั้น ๆ ได้ และสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่กำหนดให้เป็นตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดนามธรรมนั้น จะเห็นได้ว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นจุดสำคัญจุดหนึ่งในด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ ทั้งนี้เพราะมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับความรู้เฉพาะหรือแนวคิดเชิงลึกทางคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคนอง, 2558) ความสำเร็จของการเรียนคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ใน

สิ่งที่เรียนหรือไม่ อย่างไรก็ตาม การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการศึกษาและผลการประเมินทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ ไม่ว่าจะเป็นผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556 - 2560, ผลการประเมินโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS), ผลการประเมินโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) พบว่าสถิติคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของไทยมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับควรปรับปรุง (O-NET, TIMSS, PISA) (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560)

ดังนั้น เพื่อปรับปรุงให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นจึงต้องจัดกระบวนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน นั่นคือพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจใน มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง ซึ่งนักการศึกษาได้พัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้มากมาย แนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ (Conceptual Change Approach) เป็นแนวคิดหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยความรู้ที่มีอยู่ของนักเรียนจะต้องถูกแสดงออกมาก่อน และกิจกรรมการเรียนรู้ จะถูกกำหนดบนพื้นฐานของความรู้เหล่านั้น (Stofflett, R. T., 1994) โพสเนอร์และคณะ (Posner et al, 1982) ได้พัฒนาแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ขึ้น โดยพิจารณากระบวนการปรับมโนทัศน์เป็นสองระยะ ระยะแรกเกี่ยวกับการปรับความรู้ที่มีอยู่ของนักเรียน และอีกระยะหนึ่งเกี่ยวกับการปรับความรู้ใหม่ที่ได้เผชิญ ซึ่งในระยะแรกนักเรียนถูกคาดหวังให้เข้าใจว่าความรู้ที่มีอยู่ไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา นักเรียนจะประสบกับความขัดแย้งระหว่างความรู้ที่มีอยู่และความรู้ใหม่ ผลของความขัดแย้งภายในนี้จะกระตุ้นให้นักเรียนพร้อมสำหรับการปรับมโนทัศน์ในระยะ ที่สองนักเรียนจะพบความรู้ใหม่ที่สามารถเข้าใจได้ มีเหตุผลและมีประสิทธิภาพ (Duit, R. & Treagust, D. F., 2003) ซึ่งการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ควรให้นักเรียนทำกิจกรรม คิด สังเกต วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้น และท้าทายความสามารถของนักเรียน และไม่ยากเกินกว่าที่นักเรียนจะคิดได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2558) การได้รับฟังจากผู้สอน และเห็นเพียงสื่อรูปธรรมที่ผู้สอนแสดงให้ดู แต่ไม่มีโอกาสได้คิดเชื่อมโยงความรู้กับเหตุการณ์ในชีวิตจริงมากนัก ไม่ได้พูด เขียน หรือวาดภาพด้วยตนเองเป็นประจำ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้สอน ซึ่งการเกิดมโนทัศน์จากการแปลงความรู้ระหว่างบริบทหนึ่งไปสู่อีกบริบทหนึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เข้าใจความหมายของมโนทัศน์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ ทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นฝังตรึงอยู่กับนักเรียน (Lesh, R., 2000) สอดคล้องกับการที่ครูให้ความสำคัญต่อการจดจำสูตร กฎ วิธีการหาคำตอบ โดยละเลยให้นักเรียนรู้และมีความเข้าใจถึง

เหตุผลที่แท้จริงว่าเนื้อหาคณิตศาสตร์เหล่านั้นมีที่มาอย่างไร หรือสามารถใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเราได้อย่างไร นักเรียนจึงมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เพียงเล็กน้อย ไม่มีสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมาช่วยอธิบายเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้นักเรียนเข้าใจได้ นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญไม่บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ (อัมพร ม้าคนอง, 2553) ดังนั้นการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ควรมีการสอนที่มีการใช้สื่อรูปธรรมที่นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติได้ด้วยตนเองร่วมด้วย นอกจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงแล้ว นักเรียนควรได้รับโอกาสในการสร้างและนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ 5 รูปแบบ คือ 1) สื่อรูปธรรม 2) ภาพ 3) ภาษา 4) สัญลักษณ์ และ 5) สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ตามแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช (Lesh's Translation Model) ซึ่งแนวคิดนี้จะทำให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมได้ง่ายและถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (ชยานันต์ จิรสินกุลโรจน์, 2559)

จากความสำคัญและแนวคิดดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญสำหรับทั้งผู้สอนและผู้เรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ ที่จะทำให้ผู้สอนสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเชื่อมโยงไปสู่การใช้งานของคณิตศาสตร์ได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2558) นักวิชาการมากมายแสดงความคิดเห็นว่าผู้สอนจะสอนคณิตศาสตร์ได้ไม่ดี ถ้าผู้สอนขาดมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่สอน ในขณะเดียวกัน มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก็มีความสำคัญมากสำหรับผู้เรียนในการคิด การเรียนรู้ และการทำงานทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี และสามารถนำสิ่งเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่คุ้นเคยได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชมาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยกระบวนการวิจัยทั้งหมดแบ่งเป็น 4 ระยะ ในบทความฉบับนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอ 2 ระยะ ซึ่งเป็นส่วนของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ได้แก่ ระยะที่ 1 เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานใน

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (R1) และระยะที่ 2 เป็นการพัฒนาและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (D1) มีรายละเอียด ดังนี้

ระยะที่ 1 (R1) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประเด็นในการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

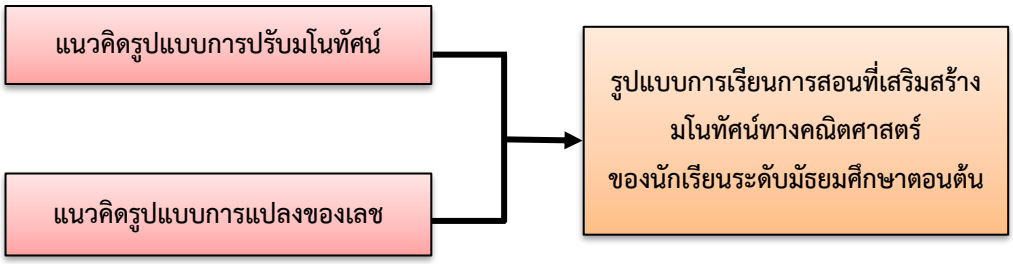
1.1 ศึกษาแนวโน้มความต้องการ สภาพปัญหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อกำหนดประเด็นปัญหาในการวิจัย

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาการวิจัย ได้แก่ การเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้วิจัยได้พิจารณาองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นจึงศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่จะนำมาเป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ได้แก่ แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช โดยแหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสาร ตำรา บทความ หนังสือ งานวิจัย และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เพื่อนิยามและวิเคราะห์องค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดและความเข้าใจในเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความคิดนามธรรมที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหานั้น และสามารถสรุปความคิดหรือความเข้าใจออกมาในเป็นทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม สมบัติหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ มีองค์ประกอบ คือ 1) การบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ หมายถึง การสรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ให้เป็นนิยามหรือข้อความที่เป็นลักษณะสำคัญหรือจำเป็นของมโนทัศน์ จากความรู้และความเข้าใจของตน 2) การบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ หมายถึง การระบุคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญที่เราใช้เป็นลักษณะร่วมหรือเกณฑ์ในการจัดสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่เดียวกันเพื่อบอกลักษณะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น โดยลักษณะที่จำเป็นจะเป็นลักษณะที่ต้องมีในมโนทัศน์ และจำเป็นต้องใช้ในการจำแนกมโนทัศน์นั้น ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น 3) การบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ หมายถึง การระบุตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้อง และยกตัวอย่างสิ่งที่ใกล้เคียงที่ไม่ใช่มโนทัศน์ได้

2. กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยนำข้อมูลและสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษาและวิเคราะห์ในข้อ 1 มากำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ระยะที่ 2 (D1) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลชเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลและสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษาและวิเคราะห์ในระยะที่ 1 มาเป็นพื้นฐานและแนวทาง ในการดำเนินการวิจัยในระยะที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและตรวจสอบรูปแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้าง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยดำเนินการ ดังนี้

1. นำรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน และแผนการจัดการเรียนรู้ (ฉบับร่าง) เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุง แก้ไขเอกสารตามข้อเสนอแนะ โดย 1) ศึกษาแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช วิเคราะห์หลักการของทั้ง 2 แนวคิด หลังจากนั้นสังเคราะห์หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการหลักการของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ร่วมกับแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช 2) กำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน 3) นำหลักการและวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนมาวิเคราะห์ร่วมกับ การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มากำหนดขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน พฤติกรรมการเรียน การสอนตามบทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียน 4) กำหนดแนวทางการวัดประเมินผลของรูปแบบการเรียน การสอนที่พัฒนาขึ้นที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

2. นำร่างเอกสารที่ผ่านการเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน โดยเลือกแบบเจาะจง เพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากความถูกต้อง ความครอบคลุม ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของเนื้อหาด้วยการประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 3 คน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน รวมจำนวน 5 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive selection)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินเพื่อตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพของรูปแบบ การเรียนการสอน และเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน (ฉบับร่าง) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบประเมินความถูกต้อง เหมาะสม และส่วนที่ 2 แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

ส่วนที่ 1 แบบประเมินความถูกต้อง เหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 1 คะแนน (รายละเอียดดังกล่าวมีความถูกต้องและเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด) จนถึง 5 คะแนน (รายละเอียดดังกล่าวมีความถูกต้องและเหมาะสมในระดับมากที่สุด) ประเมินเป็นรายข้อแล้วนำผลคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดคะแนนเฉลี่ยของผลของการประเมิน คือ คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป ถือว่าใช้ได้ ไม่ต้องปรับปรุง แต่ถ้าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 3.50 ต้องปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ส่วนที่ 2 แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน เป็นแบบประเมินแบบตรวจสอบรายการตามเกณฑ์การประเมิน มีลักษณะเป็นมาตรประมาณ 3 ระดับ ได้แก่ ถูกต้องเหมาะสม ไม่แน่ใจ ไม่ถูกต้อง/ไม่เหมาะสม รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นปลายเปิด ผู้วิจัยนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์คะแนนความถูกต้อง เหมาะสม และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยข้อที่มีค่า IOC เท่ากับหรือมากกว่า 0.5 ถือว่าเหมาะสม แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่เห็นว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ สามารถนำใช้ได้ ส่วนข้อที่ได้ค่า IOC

น้อยกว่า 0.5 ถือว่า ไม่เหมาะสม อาจตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540)

การสร้างและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ของร่างรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น กำหนดประเด็นในการประเมินความถูกต้อง เหมาะสม ตามองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอน และการประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน

2. นำแบบประเมินรูปแบบการเรียนการสอนเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมของเนื้อหา และการใช้ภาษา หลังจากนั้นปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. นำร่างรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบ การแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการวิเคราะห์หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการหลักการของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการกำหนดวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2. รวบรวมผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเทียบระดับคะแนนความถูกต้อง เหมาะสม โดยนำคะแนนเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน

ผลการวิจัย

ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีรายละเอียด ดังนี้

1. แนวคิด ทฤษฎีที่รองรับรูปแบบการเรียนการสอน โดยเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการปรับความรู้ที่มีอยู่เดิมให้ถูกต้องเมื่อได้รับความรู้ใหม่ ส่วนแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลชจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์จากการแปลงความรู้ระหว่างบริบทหนึ่งไปสู่อีกบริบทหนึ่ง โดยผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เข้าใจความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ ทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นฝังตรึงอยู่กับผู้เรียน

2. ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย

2.1 หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนนี้เกิดจากการบูรณาการหลักการของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ร่วมกับหลักการของแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช มีดังนี้

2.1.1 กระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์ที่มโนทัศน์ของผู้เรียนไม่สามารถแก้ไขหรืออธิบายได้ จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจากมโนทัศน์เดิมไปเป็นมโนทัศน์ใหม่

2.1.2 การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยการสังเกต รวบรวมข้อมูลหรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ และการนำเสนอสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด ช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

2.1.3 การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้ง่าย และรวดเร็วขึ้น โดยผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ

2.1.4 การที่ผู้เรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์

2.1.5 การนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ สามารถแก้ปัญหา หรืออธิบายได้ จนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้

2.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3. ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้กับครูและเพื่อน ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยครูให้นักเรียนได้วางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์

ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย เป็นขั้นตอนที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบตามความเข้าใจของนักเรียน จนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนให้ความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง แล้วนำเสนอข้อความรู้ใหม่โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน โดยให้นักเรียนจัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. การวัดและประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยกำหนดแนวทางการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบ การเรียนการสอน โดยก่อนและหลังการทดลองใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการทดลองใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบของแบบฝึกหัด และประเมินจากการตรวจแบบบันทึกการเรียนรู้ รวมทั้งสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมในชั้นเรียน

ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบ การเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความเห็นว่า รูปแบบการเรียนการสอนมีความสอดคล้องกับการเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนมีความครอบคลุมแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนมีความสอดคล้องกับหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลตรงตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมมีความถูกต้อง เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.66, S.D. = 0.51) เมื่อจำแนกรายองค์ประกอบ พบว่า ทุกองค์ประกอบมีคะแนนเฉลี่ยความถูกต้อง เหมาะสม ระหว่าง 4.40 - 4.80 คะแนน โดยองค์ประกอบที่คะแนนเฉลี่ยมีความถูกต้อง เหมาะสมน้อยที่สุด ได้แก่ การวัดและประเมินผล ($\bar{x}$ = 4.40, S.D. = 0.55) และองค์ประกอบที่คะแนนเฉลี่ยมีความถูกต้อง เหมาะสมมากที่สุด ได้แก่ วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน ($\bar{x}$ = 4.80, S.D. = 0.45) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความถูกต้อง เหมาะสม ของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
1. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน	4.80	0.45	มากที่สุด
3. ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน			
ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย	4.60	0.55	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์	4.80	0.45	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย	4.60	0.55	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่	4.60	0.55	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้	4.80	0.45	มากที่สุด
4. บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียน			
ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย	4.60	0.55	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์	4.60	0.55	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย	4.80	0.45	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่	4.80	0.45	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้	4.60	0.55	มากที่สุด
5. การวัดและประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน	4.40	0.55	มากที่สุด
รวม	**4.66**	**0.51**	**มากที่สุด**

สำหรับค่าดัชนีความสอดคล้องของคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ประเด็นที่สอดคล้องมีค่า IOC มากกว่า 0.5 คือ วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน รูปแบบการเรียนการสอน แผนการจัดการเรียนการสอน และเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน นำไปทดลองใช้ได้ โดยมีช่วงเท่ากับ 0.60 - 1.00

ผลการดำเนินการทดลองนำร่องรูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยปรับปรุงรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 40 คน โดยทดลอง 2 ครั้ง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ในสภาพการเรียนการสอนจริง มีข้อค้นพบ ดังนี้

ผลการทดลองนำร่องครั้งที่ 1 พบว่า ผู้เรียนจะแสดงความรู้ที่มีอยู่เดิมออกมาก่อน และพบว่าความรู้เดิมนั้นไม่สามารถแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้ ผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และ

สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบตามความเข้าใจของตนเองได้

ผลการทดลองนำร่องครั้งที่ 2 พบว่า ผู้เรียนสามารถให้ความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง แล้วนำเสนอข้อความรู้ใหม่โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน เพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้ นอกจากนี้ผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมได้ง่ายและถูกต้อง สามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง แต่ผู้เรียนยังไม่ได้นำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสุ่มถามคำถามเพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการนำความรู้ใหม่ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วย

อภิปรายผล

การอภิปรายผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ จุดเด่น ข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีรายละเอียด ดังนี้

1. จุดเด่นของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นอย่างมีระบบและขั้นตอนตามกระบวนการวิจัย ได้รับการตรวจสอบและรับรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ทั้งทางด้านการศึกษาและการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งจากผลการรับรองรูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนที่มีคะแนนเฉลี่ยความถูกต้องเหมาะสมมากที่สุด ได้แก่ วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน ($\bar{X}$ = 4.66, S.D. = 0.51) ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนที่ชัดเจนจะช่วยชี้นำให้การออกแบบกระบวนการจัดการเรียนการสอนให้มีลักษณะเฉพาะ อันจะนำผู้เรียนไปสู่จุดมุ่งหมายเฉพาะที่รูปแบบนั้นกำหนด ซึ่งแต่ละรูปแบบมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน โดยวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนามุ่งเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เน้นให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง โดยครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้กับครูและเพื่อน ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น ซึ่งเมื่อผู้เรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยครูให้ผู้เรียนได้วางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ (Conceptual Change Approach) โดยความรู้ที่มีอยู่ของนักเรียนจะต้องถูกแสดงออกมาก่อน และ

กิจกรรมการเรียนรู้จะถูกกำหนดบนพื้นฐานของความรู้เหล่านั้น (Stofflett, R. T., 1994); (Gooding, J. & Metz, B., 2011) ซึ่งงานวิจัยของ โพสเนอร์ และคณะ (Posner et al) ที่ได้พัฒนาแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ขึ้น โดยพิจารณากระบวนการปรับมโนทัศน์เป็นสองระยะ ระยะแรกเกี่ยวกับการปรับความรู้ที่มีอยู่ของนักเรียน และอีกระยะหนึ่งเกี่ยวกับการปรับความรู้ใหม่ที่ได้เผชิญ ซึ่งในระยะแรกนักเรียนถูกคาดหวังให้เข้าใจว่าความรู้ที่มีอยู่ไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา นักเรียนจะประสบกับความขัดแย้งระหว่างความรู้ที่มีอยู่และความรู้ใหม่ ผลของความขัดแย้งภายในนี้จะกระตุ้นให้นักเรียนพร้อมสำหรับการปรับมโนทัศน์ในระยะที่สองนักเรียนจะพบความรู้ใหม่ที่สามารถเข้าใจได้ มีเหตุผลและมีประสิทธิภาพ (Posner et al, 1982); (Aprea, C., 2015)

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช สามารถตอบสนองปัญหาที่เกิดขึ้นในสภาพจริง ผู้วิจัยได้สำรวจสภาพปัญหาจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอน การสำรวจสภาพปัญหาจากเอกสารต่าง ๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการปฏิบัติการสอนจริง ทำให้ทราบสภาพปัญหาและช่องว่างของความรู้ พบว่า ผู้เรียนไม่มีความเข้าใจมโนทัศน์ในสิ่งที่เรียน ไม่สามารถนำความรู้ ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้มีอยู่อย่างจำกัด รูปแบบการเรียนการสอนจึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยให้ผู้เรียนได้ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบตามความเข้าใจของตนเอง จนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง แล้วนำเสนอข้อความรู้ใหม่โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน โดยให้ผู้เรียนจัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเกิดมโนทัศน์จากการแปลงความรู้ระหว่างบริบทหนึ่งไปสู่อีกบริบทหนึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เข้าใจความหมายของมโนทัศน์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ ทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นฝังตรึงอยู่กับนักเรียน นอกจากนี้นักเรียนควรได้รับโอกาสในการสร้างและนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ 5 รูปแบบ คือ 1) สื่อรูปธรรม 2) ภาพ 3) ภาษา 4) สัญลักษณ์ และ 5) สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ตามแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช (Lesh's Translation Model) ซึ่งแนวคิดนี้จะทำให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมได้ง่ายและถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Lesh, R., 2000)

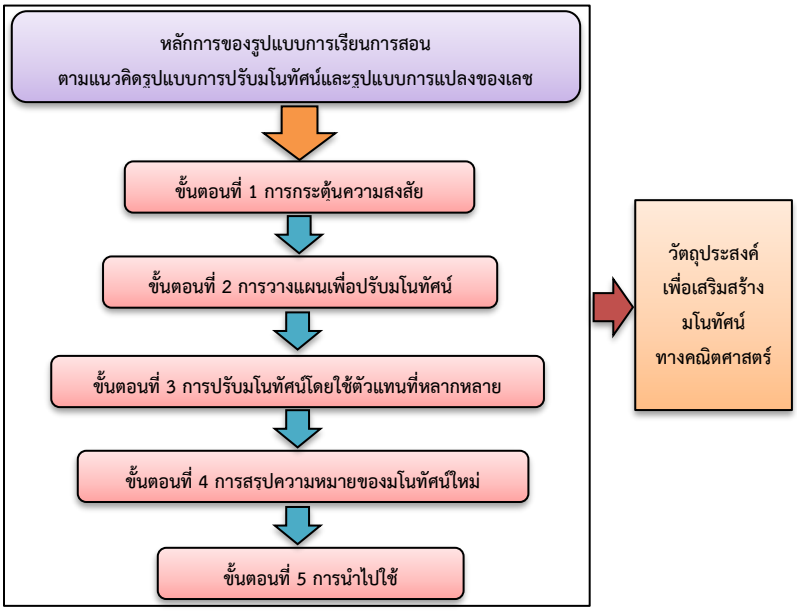
2. ข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยค้นพบว่าในช่วงระยะแรกของการกระตุ้นความสงสัย ซึ่งเมื่อครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครู

นำเสนอ นักเรียนจะยังไม่ตอบคำถาม ไม่ร่วมแสดงความคิดเห็น และหากเป็นคำถามปลายเปิด นักเรียนจะใช้เวลาตอบคำถามนาน สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่า สาเหตุเบื้องต้นที่ทำให้นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาไม่ใช่เพราะนักเรียนมีทักษะในการคำนวณน้อย แต่เป็นเพราะนักเรียนมีความสามารถเชิงตรรกะและการเชื่อมโยงน้อย ทำให้ไม่สามารถตีความข้อมูลในโจทย์ได้ถูกต้อง และถ้าเป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่แตกต่างจากที่นักเรียนเคยเรียนมาก่อน นักเรียนจะขาดประสบการณ์และไม่คุ้นเคยกับการตอบคำถาม (Wade, R. C., 2012) โดยครูอาจต้องปรับคำถามให้ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน นำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามสิ่งที่กระตุ้นความสงสัยให้สอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียน โดยใช้คำถามที่คำตอบไม่มีถูกหรือผิดก่อน จากนั้นจึงค่อยนำเสนอสถานการณ์ หรือ คำถาม ทางคณิตศาสตร์ที่จะทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูจะนำเสนอ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สังเกต คิดวิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น

องค์ความรู้ใหม่

องค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากงานวิจัยนี้ ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับ มโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน

สรุป/ข้อเสนอแนะ

ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องมีความคิดสำคัญและความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นคือผู้เรียนไม่มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ ไม่มีความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ ไม่สามารถเชื่อมโยงไปสู่ การใช้งานของคณิตศาสตร์ได้ โดยผู้วิจัยเชื่อมั่นว่ารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จะส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งผลการประเมินตรวจสอบความเหมาะสมและปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเห็นว่าผู้สอนที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปใช้ ควรเตรียมความพร้อมโดยการศึกษาคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนอย่างละเอียด และจัดการเรียนการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ โดยคำนึงว่ารูปแบบการเรียนการสอนนี้มุ่งเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้กับเพื่อน ๆ ให้ผู้เรียนได้วางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ผู้สอนต้องให้ผู้เรียนได้ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนหลากหลายแบบตามความเข้าใจของตนเอง จนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง สำหรับข้อเสนอในการวิจัยในอนาคตนั้น สามารถศึกษาประสิทธิผลของการนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชที่มีผลต่อตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีตัวแปรมโนทัศน์ทางเรขาคณิตซึ่งมุ่งเน้นไปที่เรขาคณิต ผู้ที่สนใจสามารถศึกษาตัวแปรดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการด้านคณิตศาสตร์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รุ่นที่ 45

เอกสารอ้างอิง

ชยานันต์ จิรสินกุลโรจน์. (2559). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแปลงของเลชด้วยตัวต่อเลโก้ (LEGO®) เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความคงทุนในการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. ใน วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การศึกษา. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2560). ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET)ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560. เรียกใช้เมื่อ 12 ตุลาคม 2561 จาก http://www.niets.or.th.pdf

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สิริพร ทิพย์คง. (2558). มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ความรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2558). คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Aprea, C. (2015). Secondary school students' informal conceptions of complex economic phenomena. International Journal of Educational Research, 69(2015), 12-22.

Duit, R. & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. International Journal of Science Education, 25(6), 671 - 688.

Gooding, J. & Metz, B. (2011). From misconceptions to conceptual change: Tips for identifying and overcoming students' misconceptions. The Science Teacher, 78(4), 34-37.

Hallett, D. H. (2001). Achieving numeracy: The challenge of implementation. In L.A. Steen. (Ed.), Mathematics and Democracy: The case for Quantitative Literacy (pp. 93-98). Princeton NJ: National Council of Education and the Disciplines.

Lesh, R. (2000). Conceptual and procedural understanding in middle school Mathematic Mathematics in middle school. Reston: NCTM.

Park, M. S. (2013). Professional Development and Teacher Change: Teachers' Practices and Beliefs about Using Multiple Representations in Teaching Mathematics. Retrieved December 20, 2014, from http://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/159129/Park_umn_0130E_14076.pdf?sequence=1

Posner et al. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory conceptual change. Science Education, 66(2), 211-227.

Stofflett, R. T. (1994). The accommodation of science pedagogical knowledge: The application of conceptual change constructs to teacher education. Journal of Research in Science Teaching, 31(8), 787-810.

Wade, R. C. (2012). Conceptual change in elementary social studies: A case study of fourth graders' understanding of human rights. Theory and Research in Social Education, 22(1), 74-95.