

แนวคิดในการสร้างแบบเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้โมเดลชิปปา

Child-Centered Instruction Module: CIPPA Model

อุษาพร เสวกวิ ^{1,*} และแนนน้อย ทรงกำพล ^{2,*}
Usaporn Swekwi ^{1,*} and Nangnony Songkampol ^{2,*}

รับบทความ 19 ธันวาคม 2561 แก้ไข 16 กุมภาพันธ์ 2562

ตอบรับ 1 มีนาคม 2562

Received 19 December 2018 Revised 16 February 2019

Accepted 1 March 2019

บทคัดย่อ

การจัดการเรียนการสอนในยุคปัจจุบันจะมุ่งเน้นการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเต็มศักยภาพของตนเองซึ่งสิ่งที่สำคัญคือผู้สอนจะต้องเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนโดยทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนด รวมทั้งจะต้องออกแบบบทเรียนและกิจกรรมประกอบการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาครบทุกด้านทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สติปัญญาและสังคม โดยรูปแบบการพัฒนารูปแบบการสอนและบทเรียนที่เหมาะสมรูปแบบหนึ่งได้แก่โมเดลชิปปา ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนและได้รับการกระตุ้นทางสมองให้คิด ค้นหาข้อเท็จจริงและองค์ความรู้ของบทเรียน หลักการสำคัญของโมเดลชิปปา (CIPPA) ประกอบด้วยขั้นตอนการสร้างความรู้ด้วยตนเองมีความเข้าใจและเกิดความรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น มีการเคลื่อนไหวร่างกายได้เรียนรู้และพัฒนาความรู้ที่จำเป็นต่อวิชาชีพสำหรับการเรียนในระดับอุดมศึกษา รวมทั้งการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนที่สูงขึ้นเป็นลำดับไป โมเดลชิปปาสามารถใช้ได้ทั้งในการศึกษาขั้นพื้นฐานและในระดับอุดมศึกษาซึ่งมีงานวิจัยที่แสดงว่าเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และมีงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่มีการเรียนการสอนปกติหรือแบบอื่นรวมทั้งมีงานวิจัยที่เมื่อใช้การเรียนการสอนโมเดลชิปปาแล้วยังมีผลในการพัฒนาความคิดและวิธีการแก้ปัญหาด้วยแต่สิ่งที่สำคัญที่จะสนับสนุนให้การจัดการเรียนการสอนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนในบทเรียนได้อยู่ที่ผู้สอนซึ่งนอกจากจะต้องเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนแล้วยังต้องให้ความสำคัญกับการสร้างและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาทั้งในส่วนเนื้อหาวิชาที่เป็นทฤษฎี เนื้อหาวิชาที่ต้องพัฒนาทักษะทางการเรียนและเนื้อหาที่เน้นการประยุกต์ใช้

คำสำคัญ : รูปแบบการสอนแบบโมเดลชิปปา

¹ หมู่บ้านธนิษทร์ ซอย 19 ถนนวิภาวดีรังสิต 35 แขวงสนามบึง เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ 10210
Thaninthon Village Soi 19 Vibhavadi Rangsit Rd., Sanam Bin, Don Mueang, Bangkok 10210 Thailand

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี 12110
Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology, Pathumtani 12110, Thailand

*Corresponding author, e-mail: uan_51@hotmail.com, nangnony99@gmail.com

ABSTRACT

Education nowadays basically bases on learners and emphasis to improve their potential. The important key to drive this type of learning is teachers who expand their roles, thereby, they are responsible for everything associated with learning in order to achieve learning objectives. They have to design lesson plans and activities which develop the learners holistically. Regarding all information above, CIPPA model is the one perfect model to be used because it is a learner-centered model which open the opportunities for students to participate in every steps of learning process and students are motivated to think and explore the knowledge by themselves. The principles of CIPPA model are let the learners create their own knowledge and understand. Moreover, this model let learners practice their body movement and relationship with other people which are necessary to develop and bring those knowledge to apply in higher education. The CIPPA model can develop the potential of learners in all levels of educations; fundamental and tertiary education. There is some research found that teachers who use the CIPPA model to improve their teaching style can elevate learning achievement which is higher than the standard criteria. Furthermore, some research claimed that learners who were taught by the CIPPA model complete a higher result than learners who were not taught. However, importantly, learning objectives accomplishment and learner's potential evaluation are to design the fit lesson plan for each different content; theory, skill and integrated.

Keyword: Child-Centered Instruction Module: CIPPA Model

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ เกิดคุณลักษณะที่สังคมต้องการในยุคโลกาภิวัตน์ สิ่งที่สำคัญคือผู้สอนจะต้องเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้สนับสนุน โดยทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกและเป็นแหล่งความรู้ในการจัดการเรียนการสอน รวมทั้งทำหน้าที่ในการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้เรียนมีโอกาสรู้สถานการณ์ภาพลักษณ์ของตนเองในแง่มุมต่าง ๆ เนื้อหาวิชาที่มีความสำคัญและมีความหมายต่อการเรียนรู้เป็นปัจจัยสำคัญต่อการออกแบบกิจกรรมและรูปแบบการเรียนการสอน หลายวิชามีเนื้อหาวิชาเป็นระบบในรูปแบบนิยาม ทฤษฎี ซึ่งส่วนใหญ่มีความเป็นนามธรรม ซับซ้อนและเข้าใจยาก ผู้สอนจำเป็นต้องออกแบบให้ผู้เรียนสามารถมีโอกาสได้ฝึก

ประสบการณ์หลาย ๆ รูปแบบ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงรูปแบบการสอนโมเดลชิปปา (CIPPA Model) ซึ่งเป็นแนวคิดที่บูรณาการ 5 แนวคิด ได้แก่ แนวคิดการสร้างสรรคความรู้ (Constructivism) แนวคิดกระบวนการกลุ่มและการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Group Process and Cooperative Learning) แนวคิดการเรียนรู้กระบวนการ (Process Learning) แนวคิดเกี่ยวกับการถ่ายโอนความรู้ (Transfer of Learning) และแนวคิดการสร้างความพร้อม (Learning Readiness) (ทิศนา ขัมมณี, 2550) ซึ่งเมื่อนำแนวคิดดังกล่าวมาจัดการเรียนการสอน พบว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนได้ครบทุกด้าน ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สติปัญญา และสังคม สิ่งสำคัญของโมเดลชิปปา คือ “การมีส่วนร่วม” ซึ่งไม่ได้หมายความว่า การทำให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมมาก ๆ แต่หมายถึง การมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น ตื่นตัว ตื่นใจ หรือมีใจจดจ่อ ผูกพันกับสิ่งที่ทำ (Active Participation) กล่าวคือ กิจกรรมจะต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางด้านร่างกายมีโอกาสเคลื่อนไหว

(Physical Participation) ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางสติปัญญา (Intellectual Participation) นั่นคือกิจกรรมจะต้องท้าทายความคิดของผู้เรียนกระตุ้นให้สมองผู้เรียนเกิดการเคลื่อนไหว เกิดความจดจ่อในการคิด สนุกที่จะคิด ด้านที่สามการมีส่วนร่วมทางสังคม (Social Participation) คือทำให้ผู้เรียนปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นทำงานเป็นทีมช่วยกันคิด และสุดท้ายการมีส่วนร่วมทางอารมณ์ (Emotional Participation) นั้นกิจกรรมต้องส่งผลต่ออารมณ์ความรู้สึกของผู้เรียน มีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับต่อวิชาที่เรียน ซึ่งสรุปเป็นหลักการของโมเดลชิปปา ดังนี้

C (Construct) หมายถึง การสร้างความรู้ตามแนวคิดของ Constructivism กล่าวคือผู้เรียนมีโอกาสสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีความเข้าใจ และเกิดความรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง

I (Interactive) หมายถึง การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

P (Physical Participation) หมายถึง ผู้เรียนมีโอกาสเคลื่อนไหว

P (Process Learning) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้มีโอกาสรู้กระบวนการต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อวิชาชีพของตน เช่น กระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการแก้ไข กระบวนการกลุ่ม เป็นต้น

A (Application) หมายถึง การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ มีประโยชน์ต่อการเรียนในลำดับต่อไป และช่วยให้ผู้เรียน

หลักการในการสร้างแบบเรียนของเนื้อหาทั้งสามประเภทใช้หลักการบูรณาการ 5 แนวคิด แนวคิดการสร้างสรรค์ความรู้ การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้กระบวนการ การถ่ายโอนความรู้และแนวคิดการสร้างความรู้พร้อมประสานกับหลักการของโมเดลชิปปาสรุปเป็นขั้นตอนการสร้างแบบเรียนมีขั้นตอนสำคัญ 7 ขั้นตอน ดังนี้ (ทิตินา แชมมณี, 2550)

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม ขั้นนี้เป็นการดึงความรู้ของผู้เรียนในเรื่องที่เรียนเพื่อช่วยให้ผู้เรียน มีความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของตน

2. ขั้นแสวงหาความรู้ใหม่ ขั้นนี้เป็นการแสวงหาข้อมูล ความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่มีจากแหล่งข้อมูลหรือแหล่งความรู้ต่าง ๆ ซึ่งผู้สอนอาจเตรียมมาให้ผู้เรียนหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนไปแสวงหาก็คได้

3. ขั้นการศึกษาทำความเข้าใจข้อมูล/ความรู้ใหม่ และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนเผชิญปัญหา และทำความเข้าใจกับข้อมูล ผู้เรียนจะต้องสร้างความหมายของข้อมูล ประสพการณ์ใหม่ ๆ โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ ด้วยตนเอง เช่น ใช้กระบวนการคิด และกระบวนการกลุ่มในการอภิปรายและสรุปผลความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลนั้น ซึ่งอาจจำเป็นต้องอาศัยการเชื่อมโยงความรู้เดิม มีการตรวจสอบความเข้าใจต่อตนเองหรือกลุ่ม โดยผู้สอนใช้สื่อและย้ำความคิดรวบยอดในการเรียนรู้

4. ขั้นการแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนอาศัยกลุ่มเครื่องมือในการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง รวมทั้งขยายความรู้ความเข้าใจของตนให้กว้างขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้แบ่งปันความรู้ความเข้าใจของตนเองแก่ผู้อื่น และได้รับประโยชน์จากความรู้ ความเข้าใจของผู้อื่นไปพร้อม ๆ กัน

5. ขั้นการสรุปและจัดระเบียบความรู้ ขั้นนี้เป็นขั้นของการสรุปความรู้ที่ได้รับทั้งหมด ทั้งความรู้เดิมและความรู้ใหม่ และจัดสิ่งที่เรียนรู้ให้เป็นระบบระเบียบ เพื่อช่วยให้จดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ง่าย

6. ขั้นการแสดงผลงาน ขั้นนี้เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้แสดงผลงานการสร้างความรู้ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนตอกย้ำ หรือตรวจสอบเพื่อช่วยให้จดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ง่าย

7. ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ขั้นนี้เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการนำความรู้ ความเข้าใจของตนเองไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายเพื่อเพิ่มความชำนาญ ความเข้าใจ ความสามารถในการแก้ปัญหาและความจำในเรื่องนั้น ๆ

รูปแบบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โมเดลชิปปาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลที่ผู้เรียนจะได้จากการเรียนจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โมเดลชิปปา คือ ผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียน สามารถอธิบายชี้แจง ตอบคำถามได้ดี มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การทำงานเป็นกลุ่ม การสื่อสารรวมทั้งเกิดการใฝ่รู้ด้วย นอกจากนี้รูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลชิปปา ยังเน้นหลักการบูรณาการ 5 ประการดังกล่าวข้างต้นซึ่งจะมีผลในการพัฒนาผู้เรียนทั้งทางร่างกาย สติปัญญา อารมณ์และสังคมควบคู่ไปกับการพัฒนาความคิดทางด้านวิชาการมีผู้สอนที่ได้นำเอารูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลชิปปาไปใช้ในการสอนแล้วผลการดำเนินการมีผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางเรียนสูงขึ้น มีความพึงพอใจกับการเรียนหรือมีเจตคติที่ดีในการเรียนในทีนี้ผู้เขียนจะขอยกตัวอย่างผลงานวิจัยที่มีการพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการของโมเดลชิปปาที่ใช้ขอบข่ายการพัฒนา 7 ขั้นตอนตามที่ได้กล่าวถึงข้างต้นและมีขอบข่ายการพัฒนาแบบการสอนให้มีประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนและมีผลทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทั้งในด้านความรู้ อารมณ์และสังคมดังงานวิจัยต่อไปนี้

รชดา บัวไพร (2552) ได้ทำวิจัยเรื่องการศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนโมเดลชิปปาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1(รชดา บัวไพร, 2552) ทดลองใช้ที่โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังการใช้รูปแบบการสอนแบบโมเดลชิปปาส่งกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อัครวิน พุ่มรินทร์ (2556) ทำการวิจัยศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบโมเดลชิปปาเรื่องลำดับ อนุกรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (อัครวิน พุ่มรินทร์, 2556) เป็นงานวิจัยที่มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและ

หลังการใช้แบบการสอนซึ่งผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังการใช้รูปแบบการสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดระดับร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัฒนาพร รังคะราช (2558) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบโมเดลชิปปาที่ใช้สื่อผสมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์เรื่องความคล้ายในวิชาคณิตศาสตร์ 5 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วัฒนาพร รังคะราช, 2558) ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบชิปปาที่ใช้สื่อผสมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด

ชัชวาล บัวริคาน (2559) ทำการวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบการสอนแบบโมเดลชิปปาเรื่องการเรียงสับเปลี่ยน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ชัชวาล บัวริคาน, 2559) ซึ่งเป็นงานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และทักษะความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องการเรียงสับเปลี่ยน ผลการวิจัยพบว่าทักษะทั้งสองของนักเรียนหลังการใช้แบบการสอนแบบชิปปา สูงกว่าเกณฑ์ระดับร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแบบโมเดลชิปปานอกจากจะใช้เพื่อพัฒนาผู้เรียนระดับพื้นฐานแล้วก็สามารถใช้ในระดับอุดมศึกษาได้แม้ในรายวิชาที่ลักษณะเนื้อหาวิชาเข้าใจยากและเป็นนามธรรม อาทิวิชาแคลคูลัส ซึ่งผู้เขียนได้ทำวิจัยเพื่อพัฒนาแบบเรียนตามรูปแบบโมเดลชิปปา โดยเนื้อหาวิชาถูกแบ่งออกเป็นสามกลุ่มตามธรรมชาติของเนื้อหาวิชาประกอบด้วยกลุ่มบทนิยาม กฎข้อตกลง และทฤษฎี กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มเนื้อหาที่นำทฤษฎีมาปฏิบัติ และกลุ่มสุดท้ายเป็นกลุ่มเนื้อหาที่นำไปประยุกต์ใช้ผู้เขียนจะกล่าวถึงการพัฒนาชุดแบบเรียนแบบโมเดลชิปปาสำหรับเนื้อหากลุ่มที่หนึ่งที่เป็นบทนิยาม (Definition)

กฎ (Rule) ข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) หรือทฤษฎี (Theory) ผู้เขียนได้พัฒนาแบบเรียนจำนวน 3 หัวข้อ ได้แก่ นิยามและวิธีการหาลิมิตของฟังก์ชัน เนื้อหากลุ่มที่สอง เป็นกลุ่มเนื้อหาที่นำทฤษฎีมาปฏิบัติในหัวข้อการหาลิมิตของฟังก์ชัน การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันและการหาปริพันธ์ของฟังก์ชัน และกลุ่มที่สามเนื้อหาที่เป็นกลุ่มเนื้อหาที่นำบทนิยาม ทฤษฎีไปประยุกต์ใช้จำนวน 3 หัวข้อได้แก่วิธีการหาลิมิตของฟังก์ชัน การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันและการหาปริพันธ์ของฟังก์ชัน (อุษาพร เสวกวิ, 2554) สำหรับเนื้อหา กลุ่มที่สอง ซึ่งเป็นกลุ่มเนื้อหาที่นำบทนิยาม ทฤษฎีมาปฏิบัติ ผู้เขียนสร้างชุดแบบเรียนตามขั้นตอน การสอนโดยให้ฝึก และปฏิบัติ (Drill and Practice) สำหรับการสอนในหัวข้อ ดังกล่าวข้างต้นการฝึกทักษะก็จะหมายถึงการคิดคำนวณ และเป้าหมายหลักของวิชาคณิตศาสตร์ผู้เรียนควรมีทักษะ 3 อย่างประกอบด้วย ทักษะพื้นฐาน ทักษะที่จำเป็นสำหรับ เนื้อหาวิชา และทักษะขั้นสูง

ทักษะพื้นฐาน (Basic Skill) หมายถึง ทักษะการคิด วิเคราะห์ การคำนวณที่เป็นพื้นฐานเบื้องต้นต่อการศึกษาระดับต่อไป หรือในระดับที่สูงขึ้น หรือเป็นทักษะการคิดที่เป็นแกนหลัก หรือทักษะการคิดทั่วไป ซึ่งในส่วนของวิชาแคลคูลัสทักษะพื้นฐาน ได้แก่ เรื่องฟังก์ชัน การดำเนินการของฟังก์ชัน และฟังก์ชันชนิดต่าง ๆ

ทักษะที่จำเป็นสำหรับเนื้อหาวิชา (Essential Skill) หมายถึง ทักษะการคิดวิเคราะห์การคำนวณตามหลักวิชา เช่น ทักษะการคำนวณหาลิมิตของฟังก์ชันตามบทนิยาม การคำนวณหาอนุพันธ์ หรือปริพันธ์ ตามนิยามหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทักษะขั้นสูง (Complex Computational Skill) หมายถึง ทักษะการคิดวิเคราะห์การคำนวณที่แสดงถึงความเข้าใจ หรือความชำนาญตามเนื้อหาวิชาซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอนเพื่อสร้างความคิดรวบยอด (Concept) ในเนื้อหาวิชา

แบบเรียนของเนื้อหาทั้งสามกลุ่มได้ถูกพัฒนาตามหลักการของโมเดลชิปปา มีการตรวจสอบทั้งความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญทางการเรียนการสอน

โดยผู้เขียนจะนำเสนอตัวอย่างบางหัวข้อจากงานวิจัยผู้เขียนของบทความนี้ เมื่อทดลองใช้แบบเรียนแล้วผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในส่วนการหาลิมิตของฟังก์ชัน การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันและการหาปริพันธ์ของฟังก์ชัน และเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของผู้เรียนที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA) ต่างกันก็ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อการวิเคราะห์เปรียบเทียบภายหลัง (Post Hoc) พบว่า กลุ่มของผู้เรียนที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA) มากกว่าหรือเท่ากับ 3.00 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มของผู้เรียนที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA) ต่ำกว่า 2.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าชุดแบบเรียนทั้ง 3 ชุดมีประสิทธิภาพ จึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA) เท่ากัน โดยใช้การทดสอบที (t-test) ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมในทุก ระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA) และในทุกเนื้อหาวิชาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (อุษาพร เสวกวิ, 2554) ซึ่งเป็นเพราะว่าชุดแบบเรียนที่พัฒนาตามขั้นตอนของโมเดลชิปปา กระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดค้นหาคำตอบและเข้าใจเนื้อหาด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนทุกขั้นตอนเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมและมีความซับซ้อนถ้ามีการจัดกิจกรรมที่มีการแสดงตัวเลขและทำการคำนวณเพื่อแสดงให้เข้าใจในหลักการ บทนิยาม ทฤษฎี จะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดและทำให้ผู้เรียนมีความสุข มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เหตุผลอีกประการหนึ่งที่ผู้วิจัยทำการทดลองกับผู้เรียนในหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิตของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความตระหนักและเห็นความสำคัญของวิชาซึ่งมีความเชื่อมโยงกับวิชาชีพที่เรียน

แนวคิดในการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โมเดลชิปปา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการสอนตามโมเดลชิปปา

1. ขั้นนำให้เกิดความรู้ความเข้าใจและแรงจูงใจเป็นขั้นตอนการให้ความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ทางด้านทักษะนั้น ๆ ผู้สอนแนะนำกิจกรรมการฝึกและปฏิบัติ อธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการฝึกและปฏิบัติ
2. ขั้นฝึกและปฏิบัติเป็นขั้นตอนของการฝึกหัดเพื่อให้เกิดทักษะและเพื่อลดความผิดพลาดในการคำนวณให้น้อยลงจนกระทั่งหมดไปในที่สุดโดยการฝึกปฏิบัติจากใบงาน
3. ขั้นนำไปใช้เป็นขั้นตอนของการเกิดทักษะเป็นที่แสดงว่าผู้เรียนสามารถมีทักษะในการคำนวณได้อย่างอัตโนมัติหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งที่แสดงได้ว่าผู้เรียนสามารถมีทักษะได้ด้วยตนเอง
4. ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบว่าผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ลิมิตของฟังก์ชัน	อนุพันธ์ (Derivative)	ปริพันธ์ (Integration)
1. ทบทวนความรู้เดิม	ทบทวนนิยามฟังก์ชันการหาค่าฟังก์ชันเมื่อแทนค่าตัวแปรอิสระ (x) แล้วหาค่าตัวแปรตาม (y) ของฟังก์ชันประเภทต่าง ๆ	ทบทวนการหาค่าฟังก์ชันหรือค่าตัวแปรตาม เมื่อตัวแปรอิสระเปลี่ยนค่าไป (Δx) การหาค่า $f(x + \Delta x)$ แล้วให้ช่วยกันคิดว่าถ้าตัวแปรอิสระเปลี่ยนค่าน้อยมาก ($\Delta x \rightarrow 0$) ซึ่งจะเข้าไปสู่การใช้หลักคิดของลิมิตกล่าวคือ หาค่า $f(x + \Delta x)$ ขณะที่ $\Delta x \rightarrow 0$ แล้วผู้สอนยกตัวอย่าง	ทบทวนการหาค่า anti-derivative เช่น ถ้ามหาฟังก์ชันอะไรที่เมื่อหาค่าอนุพันธ์แล้วได้ $2x$ ก็จะมีคำตอบ เช่น $f(x) = x^2 + 1$ $f(x) = x^2 + 2$ สรุปว่า $f(x) = x^2 + c$ เมื่อ c เป็นค่าคงตัว (arbitrary constant) เขียนสัญลักษณ์ $\int 2x dx = x^2 + c$
2. แสวงหาความรู้ใหม่	อภิปรายถึงการที่ตัวแปรอิสระมีค่าเข้าใกล้จำนวนจริงค่าใดค่าหนึ่ง เช่น $x \rightarrow 2$ สอบถามว่า x จะมีค่าอะไรได้บ้าง ทั้งที่มีค่ามากกว่า 2 และน้อยกว่า 2 ที่มีค่าเข้าใกล้ 2 และหาข้อสรุปกรณีที่ x เป็นจำนวนจริงจะพบว่า x มีค่าได้มากมายที่เข้าใกล้ 2 จนได้ข้อสรุปว่า $ x - 2 < \sigma$ เมื่อ σ เป็นจำนวนจริงที่มากกว่าศูนย์และเข้าใกล้ศูนย์	อภิปรายถึงกรณี $\Delta x \rightarrow 0$ นั้นอาจมีความหมายทั้งทางที่มากกว่าศูนย์ ($\Delta x > 0$) และน้อยกว่าศูนย์ ($\Delta x < 0$) อีกนัยหนึ่งก็จะเชื่อมโยงการหาลิมิตพร้อมยกตัวอย่างเมื่อตัวแปร x เปลี่ยนค่าไป Δx ก็จะส่งผลให้ Δy ก็เปลี่ยนตาม โดย $\Delta y = f(x + \Delta x) - f(x)$	อภิปราย $\int 2x dx = x^2 + c$ เมื่อ c เป็นค่าคงตัว ที่มีค่าได้มากมายเรียกว่า arbitrary constant ต่อจากนั้นอภิปรายการหาค่า anti-derivative ของฟังก์ชันพิชคณิตแล้วให้ผู้เรียนสรุปเป็นสูตรของการ $\int x^n dx$ ให้ได้ $\int x^n dx = x \frac{(n+1)}{(n+1)} + c$

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ลิมิตของฟังก์ชัน	อนุพันธ์ (Derivative)	ปริพันธ์ (Integration)
3. ทำความเข้าใจข้อมูลความรู้ใหม่ เชื่อมโยงกับความรู้เดิม	เมื่อตัวแปรอิสระมีค่าเข้าใกล้จำนวนจริงค่าใดค่าหนึ่ง แล้วตัวแปรตามก็จะมีค่าเข้าใกล้จำนวนจริงค่าหนึ่ง เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ $\lim_{(x \rightarrow 1)} f(x) = \lim_{(x \rightarrow 1)} (2x + 1) = 3$ กรณีฟังก์ชันเส้นตรง $f(x) = 2x + 1$ ด้วยการยกตัวอย่างค่า x ที่มีค่าทั้งมากกว่า 1 และน้อยกว่า 1 นั้นค่าสรุปว่าถ้า $x \rightarrow 1$ (เมื่อ $x > 1$) และการที่ $x \rightarrow 1$ (เมื่อ $x < 1$) ถ้าทั้ง 2 กรณีสรุปได้ว่ามีค่าทำให้ y หรือ $f(x)$ เข้าใกล้ค่าเดียวกัน (ใกล้ค่า 3) จึงจะสรุปว่า $\lim_{(x \rightarrow 1)} (2x + 1) = 3$ อธิบายเพิ่มเติมของลิมิตทางซ้ายและลิมิตทางขวา	อธิบายถึงสัดส่วนการเปรียบเทียบระหว่าง Δy กับ Δx ในกรณีที่ $\Delta x \rightarrow 0$ จึงอยู่ในรูปแบบของลิมิตหรือ $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$ ถ้าลิมิตหาค่าได้จะเรียกค่าลิมิตนั้นว่าอนุพันธ์ ผู้สอนยกตัวอย่างแล้วกำหนดฟังก์ชันให้แต่ละกลุ่มหาค่าอนุพันธ์จากนิยามข้างต้น	เรียกการหาค่า anti-derivative ว่าเป็นขบวนการย้อนกลับของการหาค่าอนุพันธ์ (Inverse operation) แล้วให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มหาค่าปริพันธ์ของฟังก์ชันชนิดต่าง ๆ ทั้งฟังก์ชันตรีโกณมิติ ฟังก์ชันเลขชี้กำลัง ฟังก์ชันลอการิธึม จากการใช้ขบวนการย้อนกลับแล้วพยายามสรุปเป็นสูตรของการหาปริพันธ์ โดยอาจจะมอบหมายงานให้แต่ละกลุ่มคิดหาปริพันธ์โดยใช้ขบวนการย้อนกลับจากใบงานที่ผู้สอนจัดเตรียมให้
4. แลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม	ในทางกลับกันถ้า $\lim_{(x \rightarrow 1)} (2x + 1) = 3$ ให้ นักศึกษาคิดว่าถ้า y หรือ $f(x)$ มีค่าเข้าใกล้ 3 แล้วย้อนกลับมาว่า ค่า x จะเป็นอย่างไร เช่น ถ้า y มีค่า 3.01 หรือ 3.001 หรือ 3.0001 แล้วค่า x จะเป็น	ให้แต่ละกลุ่มแสดงวิธีการหาค่าอนุพันธ์จากโจทย์ที่กำหนด เริ่มจากการคำนวณอนุพันธ์ของฟังก์ชันพหุนาม จากขั้นตอนข้างต้นที่เรียกว่า Four Steps Rule 1. หาค่า $f(x + \Delta x)$ 2. หาค่า $\Delta y = f(x + \Delta x) - f(x)$ 3. หาสัดส่วน Δy กับ Δx $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{(f(x + \Delta x) - f(x))}{\Delta x}$	ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลงานจากโจทย์ใบงานที่เป็นการหาปริพันธ์ของกลุ่มที่ได้ใบงาน ฟังก์ชันตรีโกณมิติ กลุ่มที่ได้ฟังก์ชันเลขชี้กำลังและฟังก์ชันลอการิธึมแล้วสรุปเป็นสูตรการหาปริพันธ์

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ลิมิตของฟังก์ชัน	อนุพันธ์ (Derivative)	ปริพันธ์ (Integration)														
	อย่างไร ถ้า y มีค่า 3.0001 จะได้ $2x+1 = 3.0001$ เมื่อแก้สมการจะได้ค่า $x = 1.00005$ แล้วหาข้อสรุป <table><tr><th>y</th><th>x</th></tr><tr><td>3.01</td><td>1.005</td></tr><tr><td>3.001</td><td>1.0005</td></tr><tr><td>3.0001</td><td>1.00005</td></tr><tr><td>2.9999</td><td>0.99995</td></tr><tr><td>2.999</td><td>0.9995</td></tr><tr><td>2.99</td><td>0.995</td></tr></table> จะพบว่ายิ่งกำหนดให้ y เข้าใกล้ 3 ทั้งทางด้านน้อยกว่าและมากกว่าว่ามากเท่าใดก็จะพบว่าจะสามารถหาค่า x ยังเข้าใกล้ 1 มากขึ้น จะเรียกว่าลิมิตฟังก์ชันหาค่าได้	y	x	3.01	1.005	3.001	1.0005	3.0001	1.00005	2.9999	0.99995	2.999	0.9995	2.99	0.995	4.หาค่าลิมิตของสัดส่วน Δy กับ Δx เมื่อ $\Delta x \rightarrow 0$ $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$ ถ้าลิมิตหาค่าได้เรียกค่านั้นว่าอนุพันธ์ ใช้สัญลักษณ์ $(f' x)$ หรือ $\frac{dy}{dx}$	
y	x																
3.01	1.005																
3.001	1.0005																
3.0001	1.00005																
2.9999	0.99995																
2.999	0.9995																
2.99	0.995																
5. การสรุปและจัดระเบียบความรู้	ยกตัวอย่างการหาค่า x เมื่อกำหนดให้ค่า y เข้าใกล้ค่าใดค่าหนึ่ง (L) แล้วยังคงหาได้ว่า x ก็ยังมีค่าเข้าใกล้ค่า a มากขึ้นจะเรียกว่าลิมิตหาค่าได้แล้วสรุปเป็นนิยาม $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$ ก็ต่อเมื่อกำหนด $E > 0$ ซึ่งทำให้	ผู้สอนสรุปจากผลงานของแต่ละกลุ่มแล้วสรุปเป็นสูตรการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตสูตรผลบวก ผลต่าง ผลคูณ และผลหาร จากนั้นผู้สอนจะต้องอธิบายหรือพิสูจน์สูตรหาค่าอนุพันธ์ของฟังก์ชันอื่น ๆ เช่น ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ฟังก์ชันเลขยกกำลัง ฟังก์ชันลอการิทึม พร้อมยกตัวอย่าง	ผู้สอนทบทวนสูตรการหาปริพันธ์แล้วนำเข้าสู่การอภิปรายกรณีการหาปริพันธ์ของฟังก์ชันประกอบเปรียบเทียบฟังก์ชันเดี่ยวเช่น $\int x^3 dx$ กับ $\int (2x + 1)^3 dx$ ซึ่งอาจจะทำได้โดยการใช้ฟังก์ชันประกอบหรือการกระจาย $(2x+1)^3$ ออกมาแล้วปริพันธ์แล้วเปรียบเทียบคำตอบจากขบวนการทั้ง 2 วิธี														

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ลิมิตของฟังก์ชัน	อนุพันธ์ (Derivative)	ปริพันธ์ (Integration)
	$0 < f(x) - L < \epsilon$ แล้วจะมี $\delta > 0$ ซึ่งได้ $ x - a < \delta$ แล้วยกตัวอย่างเป็นกรณี การกำหนด $\epsilon > 0$ ทุกครั้งจะหาค่า δ ได้		และนำไปสู่การสรุปสูตร $\int u^n du = \frac{u^{(n+1)}}{(n+1)} + c$ เมื่อ $u = f(x)$
6. การแสดงผลงาน	เป็นตัวอย่างการหาลิมิต ของฟังก์ชันจากกรณีการ กำหนด ϵ แล้วจะสามารถ หา δ ได้ แล้วให้แต่ละกลุ่ม แสดงผลงานแล้วสรุป จากนั้นผู้สอนยกตัวอย่าง การคำนวณลิมิตของฟังก์ชัน โดยใช้ทฤษฎีลิมิต	ผู้สอนสรุปสูตรการหาอนุพันธ์ของ ฟังก์ชันทุกประเภทแล้วยกตัวอย่างการ คำนวณหาต่อไป ก็อธิบายการหา อนุพันธ์ของฟังก์ชันประกอบ โดยใช้ Chain Rule	ผู้สอนยกตัวอย่างฟังก์ชัน ประกอบที่อาจจะประกอบด้วย ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ฟังก์ชัน ยกกำลัง ฟังก์ชันลอการิทึม และมอบใบงานให้ผู้เรียน แต่ละกลุ่มดำเนินการหา ปริพันธ์แล้วหาข้อสรุปเป็นสูตร การหาปริพันธ์ของฟังก์ชัน ประกอบ
7. ประยุกต์ใช้ความรู้	ให้ผู้เรียนทุกกลุ่มใช้ทฤษฎี ลิมิตเพื่อหาค่าฟังก์ชันของ ฟังก์ชันทุกชนิดตามแบบ ผูกที่ผู้สอนเตรียมให้	ให้ผู้เรียนทุกกลุ่มหาอนุพันธ์ของ ฟังก์ชันทุกชนิดตามแบบผูกที่ผู้สอน เตรียมให้	ผู้สอนจัดเตรียมใบงานซึ่งจะ เป็นโจทย์ระคน เพื่อให้ผู้เรียน ทุกกลุ่มได้ทบทวนสมองจาก การมีส่วนร่วมของสมาชิกใน กลุ่มและร่วมกันแสดงคำตอบ หน้าชั้นเรียน

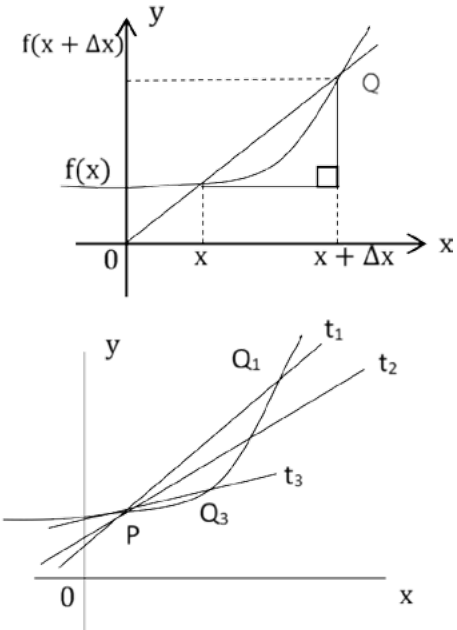
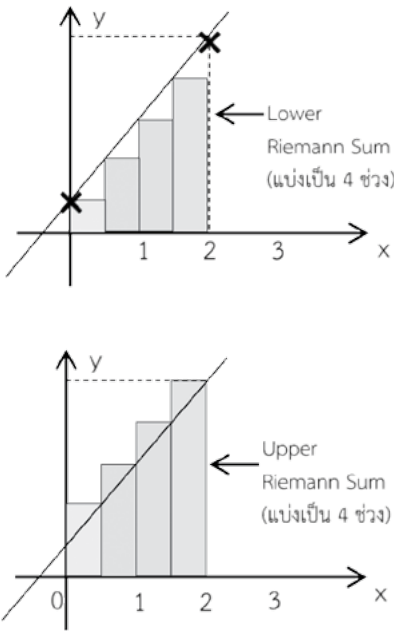
ตัวอย่าง จงแสดงว่า $\lim_{(x \rightarrow 1)} (2x + 1) = 3$ โดยใช้นิยาม ϵ และ δ

กรณีที่ 1 $\epsilon = 0.001$ $ 2x + 1 - 3 < 0.001$ $-0.001 < 2x + 1 - 3 < 0.001$ $1.999 < 2x < 2.001$ $0.9995 < x < 1.0005$ $-0.0005 < x - 1 < 0.0005$ นั่นคือ $x - 1 < 0.0005$ หรือเมื่อกำหนด $\epsilon = 0.001$ จะมี $\delta = 0.0005$	กรณีที่ 2 $\epsilon = 0.0001$ $ 2x + 1 - 3 < 0.0001$ $-0.0001 < 2x - 2 < 0.0001$ $1.999 < 2x < 2.0001$ $0.9995 < x < 1.00005$ $-0.00005 < x - 1 < 0.00005$ นั่นคือ $x - 1 < 0.00005$ หรือเมื่อกำหนด $\epsilon = 0.0001$ จะมี $\delta = 0.00005$
---	--

กรณีตัวอย่างข้างบนอธิบายได้ว่าถ้ากำหนดค่า $\epsilon > 0$ แล้วสามารถหาค่า $\delta > 0$ ได้เสมอแสดงว่าหาค่าลิมิตของฟังก์ชันได้ ซึ่งตรงกับนิยาม $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$ ก็ต่อเมื่อ $\epsilon > 0$ ซึ่ง $0 < |f(x) - L| < \epsilon$ แล้วมี $\delta > 0$ ซึ่งทำให้ $|x - a| < \delta$

หลักการในสร้างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการสอนสำหรับเนื้อหาที่เป็นกลุ่มเนื้อหาที่น่าบหนักนาม ทฤษฎี ไปประยุกต์ใช้ จำนวน 2 หัวข้อได้แก่วิธีการหาลิมิตของฟังก์ชัน การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันและการหาปริพันธ์ของฟังก์ชัน โดยผู้เขียนสร้างตามขั้นตอน การสอนโดยใช้โมเดลชิปปา (CIPPA Model) ซึ่งประกอบด้วยใช้หลักการ 5 ประสานและการมีส่วนร่วมของชิปปาโมเดลขั้นตอนการสอน 7 ขั้นตอน ไว้ข้างต้น

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	อนุพันธ์ (Derivative)	ปริพันธ์ (Integration)
1. ทบทวนความรู้เดิม	1. ทบทวนนิยามการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน (Four Step) $f'(x) = \lim_{(\Delta x \rightarrow 0)} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$ และทบทวนความต่อเนื่องของฟังก์ชัน	อภิปรายถึงบทนิยามของผลบวกรีมันท์ของฟังก์ชัน $f(x)$ ระหว่างเส้นโค้งเหนือแกน x และความแตกต่างของ Upper Riemann Sum กับ Lower Riemann Sum
2. แสวงหาความรู้ใหม่	2. เขียนกราฟของ $f(x)$ ซึ่งมีความต่อเนื่องบน (a, b) ใด ๆ แล้วกำหนดค่า x ซึ่ง $a < x < b$ เพื่อเขียนกราฟที่แสดงสัดส่วนของ $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$ ที่สื่อความไปถึง $\tan \theta$ ของเส้นตรงที่เชื่อมจุด P และจุด Q บนเส้นโค้ง เมื่อ P คือ $f(x)$ และ Q คือ $f(x + \Delta x)$ ดังรูป	ยกตัวอย่างฟังก์ชัน เช่น ฟังก์ชันเส้นตรง $f(x) = 2x + 1$, $f(x) = x + 2$ บนช่วงปิด $[1, 3]$ แล้วให้แต่ละกลุ่มคำนวณหา Upper and Lower Riemann Sum โดย 1 ฟังก์ชันอาจจะให้ 2-3 กลุ่มดำเนินการคำนวณหา $[1, 3]$ ที่มีการกำหนดจำนวนช่วงที่แตกต่างกัน

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	อนุพันธ์ (Derivative)	ปริพันธ์ (Integration)
	 ขณะที่ Δx มีค่าน้อยลง ($\Delta x \rightarrow 0$) จุด Q จะเคลื่อนลงมาใกล้กับจุด P มากขึ้นและเส้น PQ จะกลายเป็นเส้นสัมผัสเส้นโค้งที่จุด P	 Lower Riemann Sum (แบ่งเป็น 4 ช่วง) Upper Riemann Sum (แบ่งเป็น 4 ช่วง)
3. ทำความเข้าใจข้อมูลความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม	เนื่องจาก $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ ในสามเหลี่ยม PQR จะมีค่าเท่ากับ $\tan \theta = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ ซึ่งเป็นค่าความชันของเส้นตรง PQ แต่ในขณะที่ $\Delta x \rightarrow 0$ เส้นตรง PQ ได้กลายเป็นเส้นสัมผัสของเส้นโค้งที่จุด P ดังนั้น $f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$ จึงมีความหมายทางเรขาคณิตเท่ากับค่าความชันของเส้นสัมผัสเส้นโค้งที่จุด P	อภิปรายการเปรียบเทียบระหว่าง Upper and Lower Riemann Sum เมื่อมีจำนวนการแบ่งช่วงให้มากขึ้น เช่น $n = 4, 8, 16, 32, \dots$ และหาข้อสรุปให้ได้ว่าถ้ามีจำนวนมากขึ้นจะส่งผลให้ผลบวกบน (Upper) ผลบวกล่าง (Lower) จะมีค่าเข้าใกล้กัน และในทางทฤษฎี ถ้าใช้ความรู้เรื่องลิมิตและหาค่าผลบวกรีมันน์ เมื่อ $n \rightarrow \infty$ $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n f(x_i) \Delta x_i$

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	อนุพันธ์ (Derivative)	ปริพันธ์ (Integration)
4. แลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม	ให้นักศึกษาในกลุ่มลองเขียนกราฟของฟังก์ชัน เช่น $f(x) = x^2$ ซึ่งมีกราฟเป็นพาราโบลาหงาย จุดยอดอยู่ที่ origin แล้วให้นักศึกษามายพยายามลากเส้นสัมผัสกราฟที่จุด $(1, 1)$ แล้วพยายามคำนวณค่าความชันของเส้นสัมผัสเทียบกับค่าอนุพันธ์ $f'(x) = 2x$ $f'(1) = 2$	ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มทดลองทำขบวนการเช่นเดียวกับข้อ 3 โดยผู้สอนให้ใบงานที่แตกต่างกัน
5. การสรุปและจัดระเบียบความรู้	สรุปการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ณ จุดที่ X มีค่าใดค่าหนึ่ง ว่ามีค่าเป็นความชันของเส้นสัมผัส แล้วอภิปรายกรณีที่ความชันเป็นบวกกับลบที่มีความหมายถึงฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด แล้วผู้สอนให้ใบงานเพื่อให้แต่ละกลุ่มคำนวณหาช่วงที่เป็นฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด โดยใช้ค่าอนุพันธ์รวมทั้งอธิบายถึงจุดที่เรียกว่าจุดวิกฤต โดยใช้กรณี $f(x) = 0$ ตัวอย่าง เช่น $f(x) = x^2$ จุดวิกฤตอยู่ที่จุด $(0, 0)$ ฟังก์ชันเพิ่มอยู่ในช่วง $x > 0$ ฟังก์ชันลดอยู่ในช่วง $x < 0$	ยกตัวอย่างและผู้สอนพิสูจน์ผลบวกรีมันท์ ของ $f(x) = x$ บน $[0, 2]$ หาว่า $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n f(x_i) \Delta x_i$ นำมาเปรียบเทียบกับ $\int_0^2 f(x) dx$ และหาข้อสรุปว่า $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n f(x_i) \Delta x_i = \int_0^2 f(x) dx$
6. การแสดงผลงาน	ผู้สอนแจกใบงานให้แต่ละกลุ่มแล้วให้มีการสุ่มให้แสดงการคำนวณและอธิบายหน้าห้อง	ให้แต่ละกลุ่มทำขบวนการเดียวกับข้อ 5 แล้วให้นำมาแสดงหน้าห้อง
7. ประยุกต์ใช้ความรู้	ให้นำผลการแสดงจากขั้นตอนที่ 6 มาอภิปรายถึงจุดวิกฤตที่จะเป็นจุดสูงสุดหรือจุดต่ำสุด	นำการหาค่า $\int_a^b f(x) dx$ เพื่อหาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้ง $f(x)$ เหนือแกน x ระหว่างจุด a ถึง b บนแกน x แล้วจึงอธิบายการหาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งและระหว่างเส้นโค้ง โดยใช้ใบงานที่ผู้สอนเตรียมให้

บทสรุป

การเรียนการสอนโดยใช้หลักการของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยโมเดลชิปปา และการจัดการเรียนการสอนด้วยการฝึกและการปฏิบัติ เป็นเครื่องมือที่สำคัญมากในการสอนวิชาที่เป็นนามธรรม ซับซ้อนและเข้าใจยาก นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่ม เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น (Active participation) เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและสร้างองค์ความรู้ในรูปแบบของตนเอง ทำให้การเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนมีความภูมิใจ และมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน นอกจากนี้การทำกิจกรรมกลุ่มยังมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แบบเพื่อนช่วยเพื่อนส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสได้พัฒนาตนเองให้มีความรู้และทักษะดีขึ้นตามศักยภาพของตนเองแต่สิ่งที่สำคัญที่สุดคือการสร้างและพัฒนาแบบเรียนหรือชุดแบบเรียนให้เหมาะสมกับระดับผู้เรียน และธรรมชาติของเนื้อหา จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดของโมเดลชิปปาจะส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนาทั้งในส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พัฒนาการทางร่างกาย และสังคมจากการทำงานหรือฝึกปฏิบัติรวมทั้งมีการพัฒนากระบวนการคิดและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะของการใฝ่รู้และเรียนรู้ตลอดเวลาอย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

- ชัชวาล บัววิธาน. (2559). *การจัดการเรียนรู้ด้วยแบบการสอนแบบชิปปาเรื่องการเรียงสับเปลี่ยน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา).
- ทิศนา แคมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- รชดา บัวไพร. (2552). *การศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบโมเดลชิปปาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* (วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- วัฒนาพร รังคะราช. (2558). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบชิปปาที่ใช้สื่อผสมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์เรื่องความคล้ายวิชาคณิตศาสตร์ 5 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* คุรุวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ. สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดกาฬสินธุ์.
- อุษาพร เสวกวิ. (2554). *ชุดการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับอุดมศึกษาโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง* (รายงานการวิจัย) ปทุมธานี: โรงพิมพ์คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- อัศวินทร์ พุ่มมรินทร์. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบชิปปาเรื่องลำดับอนุกรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).