

Chulalongkorn University

Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2020

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทาง
ปัญหาในการนิเทศเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงชั้นของนักศึกษาครู

ศิริศักดิ์ ทิพย์ทวีชาญ
คณะครุศาสตร์

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd>



Part of the [Curriculum and Instruction Commons](#)

Recommended Citation

ทิพย์ทวีชาญ, ศิริศักดิ์, "การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญหาในการนิเทศเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงชั้นของนักศึกษาครู" (2020). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 3940.

<https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/3940>

This Thesis is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD) by an authorized administrator of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนี้ภาพ
เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL MODEL BASED ON
THE THEORETICAL COGNITIVE PROCESS OF VISUALIZATION FOR
ENHANCING SPATIAL THINKING SKILLS OF PRESERVICE TEACHERS



Mr. Sirisak Thipthaweecharn

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Curriculum and Instruction

Department of Curriculum and Instruction

FACULTY OF EDUCATION

Chulalongkorn University

Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎี ของกระบวนการทางปัญญาในการนิรนัยเพื่อเสริมสร้าง ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู
โดย	นายศิริศักดิ์ ทิพย์ทวีชาญ
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศวีร์ สายฟ้า)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ นวมน้อม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวรรณ วงษ์สุวรรณ คงเผ่า)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิศักดิ์ ปันสุวรรณ)

ศิริศักดิ์ ทัพย์ทวิชาญ : การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการ
 นิกภาพเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู . (DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL
 MODEL BASED ON THE THEORETICAL COGNITIVE PROCESS OF VISUALIZATION FOR ENHANCING
 SPATIAL THINKING SKILLS OF PRESERVICE TEACHERS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.อัมพร ม้าคนอง, อ.ที่ปรึกษา
 ร่วม : ผศ. ดร.วิชัย เสวกงาม

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ และ 2) เพื่อประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น กลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษาครูในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระยะเวลาดำเนินการทดลอง 15 สัปดาห์ การดำเนินการวิจัยเป็นการวิจัยและพัฒนาที่เป็นการพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อใช้ในการเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ซึ่งมีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในเชิงปริมาณ และแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ มีหลักการสำคัญ คือ การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการใช้กระบวนการทางความคิดในการนิกภาพและการสร้างความรู้ด้วยตนเองจนเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งประกอบด้วย 5 หลักการ ได้แก่ 1) หลักการใช้รูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจและสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม 2) หลักการในการนำรูปแบบเชิงภาพที่กระตุ้นให้เกิดการแสวงหาความรู้ 3) หลักการเชื่อมโยงสิ่งที่ศึกษาจนเกิดการสร้างความรู้ใหม่ 4) หลักการปรับโครงสร้างทางปัญญา และ 5) หลักการสะท้อนโครงสร้างทางปัญญา รูปแบบการเรียนการสอนประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมเชิงภาพ ขั้นที่ 2 การนิกภาพและเชื่อมโยง ขั้นที่ 3 การตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานเชิงภาพ ขั้นที่ 4 การใช้กระบวนการทางปัญญา และขั้นที่ 5 การสะท้อนความรู้เชิงภาพ

2. คุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า 1) ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาครูหลังการทดลองสูงขึ้นกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและจำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้าน 2) กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาครูมีพัฒนาการทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในทิศทางที่ดีขึ้นทั้งในภาพรวมและจำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้าน โดยกลุ่มตัวอย่างมีพัฒนาการในภาพรวมที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงต้นจนถึงช่วงท้ายของการทดลอง และหากพิจารณาตามองค์ประกอบแต่ละด้าน พบว่า องค์ประกอบด้านภาพตัวแทนจะมีพัฒนาการที่เด่นชัดที่สุดตั้งแต่ช่วงกลางของการทดลอง ส่วนในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่และด้านกระบวนการใช้เหตุผล จะมีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงต้นจนถึงช่วงท้ายของการทดลอง

สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน
 ปีการศึกษา 2563

ลายมือชื่อนิสิต
 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก
 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

5984462327 : MAJOR CURRICULUM AND INSTRUCTION

KEYWORD: Development of an instructional model, Spatial thinking, Visualization

Sirisak Thipthaweecharn : DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL MODEL BASED ON THE THEORETICAL COGNITIVE PROCESS OF VISUALIZATION FOR ENHANCING SPATIAL THINKING SKILLS OF PRESERVICE TEACHERS.

Advisor: Assoc. Prof. AUMPORN MAKANONG, Ph.D. Co-advisor: Asst. Prof. WICHAI SAWEKNGAM, Ph.D.

This research aims to develop an instructional model based on the theoretical cognitive process of visualization for enhancing spatial thinking skills of pre-service teachers. The purposes of this research were 1) to develop an instructional model based on the theoretical cognitive process of visualization and 2) to assess the quality of the instructional model developed. The target group was pre-service teachers in the eastern region. The experiment lasted 15 weeks. The research and development method was applied in this research to develop an instructional model based on the theoretical cognitive process of visualization for enhancing spatial thinking skills of pre-service teachers. The research instruments used to assess the quality of the instructional model developed were a spatial thinking skills evaluation form used to collect quantitative data and a spatial thinking skills observation form used to collect qualitative data. The data were analyzed using percentage, mean, standard deviation and t-test. The findings were as follows:

1. the key concept of the instructional model based on the theoretical cognitive process of visualization was teaching and learning model designed to enhance the use of cognitive processes of visualization and self-knowledge creation to achieve cognitive structuring which was composed of five principles: 1) the principle of the use of visual pattern to create attention and relation with existing knowledge and previous experiences, 2) the principle of the use of visual pattern to stimulate knowledge acquisition, 3) the principle of making relationships among things studied to construct new knowledge, 4) the principle of adaptation of cognitive structures, and 5) the principle of reflection of cognitive structures. The instructional model consisted of five steps: 1) visual preparation, 2) visualization and relation, 3) raising visual issues and hypotheses, 4) using cognitive processes, and 5) visual knowledge reflection.

2. The quality of the instructional model developed was found that: 1) after the experiment, the level of the spatial thinking skills of the pre-service teachers was higher than before at the .05 level of statistical significance overall and in all aspects and 2) the spatial thinking skills of the pre-service teachers had improved dramatically overall and in all aspects. The pre-service teachers' skills had developed dramatically overall from the beginning to the end of the experiment. Moreover, considering each individual aspect, it was found that they could make their best progress starting from the middle of the experiment period in the representation aspect. In the aspect of spatial dimension knowledge and the aspect of reasoning process, their progress got better continuously from the beginning to the end of the experiment.

Field of Study: Curriculum and Instruction

Academic Year: 2020

Student's Signature

Advisor's Signature

Co-advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตาและกรุณาอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย อาจารย์ได้ให้แนวคิด คำปรึกษา และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้เมตตาให้คำชี้แนะ และคำปรึกษาในประเด็นที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ และขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศวีร์ สายฟ้า ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวรรณ วงษ์สุวรรณ คงเฝ้า และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ้ม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิเศก ปันสุวรรณ กรรมการสอบภายนอกมหาวิทยาลัยที่กรุณาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และกำลังใจให้แก่ผู้วิจัย ตลอดระยะเวลาการศึกษาด้วยความเมตตาอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่กรุณาสละเวลาและให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณกัลยาณมิตรสาขาวิชาหลักสูตรและการสอนทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และกำลังใจด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณสาขาวิชาสังคมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ที่สนับสนุนการศึกษาต่อของผู้วิจัย และนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคุณพ่อประพัฒน์ และคุณแม่อุษา ทิพย์ทวีชาญ ที่ให้การสนับสนุนการศึกษามาโดยตลอดและพี่น้องทุกคนที่เป็นกำลังใจที่สำคัญ ประโยชน์ใดที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยนี้ ขอให้เป็นคุณงามความดีแด่ผู้มีพระคุณทั้งหลายที่ได้กล่าวมา

ศิริศักดิ์ ทิพย์ทวีชาญ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญแผนภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	12
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	13
สมมติฐานการวิจัย	13
ขอบเขตของการวิจัย.....	15
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	15
ประโยชน์ที่ได้รับการวิจัย	18
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
1. แนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ (The Theoretical Cognitive Process of Visualization)	20
1.1 นิยามความหมายของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ.....	20
1.2 ขั้นตอนของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ.....	20
1.3 การประยุกต์ใช้รูปแบบ IVM, CVM และ EVM.....	27
1.4 ทักษะต่างๆ ในการนึกภาพ	29

2. ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking Skills)	31
2.1 นิยาม ความหมายของทักษะการคิดเชิงพื้นที่	31
2.2 องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่	32
2.3 ลักษณะของบุคคลที่มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่	36
2.4 การวัดและประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่	37
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	47
4. กรอบแนวคิดในการวิจัย	49
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	50
ระยะที่ 1 (R1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อ เสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่	53
1. ศึกษาสภาพปัญหาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู	53
2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทาง ปัญญาในการนิเทศภาพ	54
ระยะที่ 2 (D1) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทาง ปัญญาในการนิเทศภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู	57
1. พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการ นิเทศภาพ	57
2. จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน	65
3. ตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน	67
4. การปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบ	69
ระยะที่ 3 (R2) การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน	69
1. การเตรียมทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น	69
2. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	72
3. ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น	85
4. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน	87

ระยะที่ 4 (D2) การนำเสนอการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของ กระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู	88
1. สรุปข้อค้นพบจากการทดลองใช้และปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน.....	88
2. จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอนฉบับสมบูรณ์	89
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทาง ปัญญาในการนิเทศภาพ.....	91
1.1 หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญา ในการนิเทศภาพ	91
1.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน	92
1.3 แนวทางการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอน	92
1.4 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน.....	93
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาคูณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของ กระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ.....	98
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	118
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	118
วิธีดำเนินการวิจัย	118
สรุปผลการวิจัย.....	122
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทาง ปัญญาในการนิเทศภาพ	122
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาระสัทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของ กระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ	125
การอภิปรายผลการวิจัย.....	126
1. ด้านการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญา ในการนิเทศภาพ	126

2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น	130
ข้อเสนอแนะ	139
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	139
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป	140
บรรณานุกรม	141
ภาคผนวก	153
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	154
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	156
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน	166
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอน	178
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ผลคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	188
ประวัติผู้เขียน	197

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	รายการทักษะต่างๆ ในการนีกภาพ (Visualization Skills) จาก Mnguni (2018)..	29
ตารางที่ 2	แสดงข้อมูลเกี่ยวกับ Concepts of Space จาก Marsh, Golledge, and Battersby (2007).....	34
ตารางที่ 3	รายละเอียด Taxonomy ขององค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ จาก Golledge (1995; 2002)	39
ตารางที่ 4	รายละเอียด Taxonomies ขององค์ประกอบด้านกระบวนการใช้เหตุผล จาก Jo (2007).....	41
ตารางที่ 5	รายละเอียดของขั้นตอนการเรียนการสอน	61
ตารางที่ 6	โครงสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ในการทดลอง.....	66
ตารางที่ 7	แสดงการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน	67
ตารางที่ 8	ตารางการวิเคราะห์กลุ่มเนื้อหา - ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกับจำนวนข้อของแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่	74
ตารางที่ 9	แสดงเกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในแต่ละองค์ประกอบ	75
ตารางที่ 10	แสดงองค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดเชิงพื้นที่และสัดส่วนของคะแนนในแต่ละด้านของทักษะการคิดเชิงพื้นที่	76
ตารางที่ 11	แสดงเกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่	76
ตารางที่ 12	เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่.....	78
ตารางที่ 13	แสดงข้อมูลระดับคุณภาพ	79
ตารางที่ 14	แสดงโครงสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ จำนวน 8 ข้อ	82
ตารางที่ 15	ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูและจำแนกตามองค์ประกอบ (n=27).....	99
ตารางที่ 16	การเปลี่ยนแปลงของระดับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ จำแนกตามระดับคุณภาพ (n=27)	100

ตารางที่ 17	การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ จำแนกตาม ระดับคุณภาพ (n=27)	105
ตารางที่ 18	การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในด้านภาพตัวแทน จำแนกตามระดับคุณภาพ (n=27).....	109
ตารางที่ 19	การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในด้านกระบวนการใช้เหตุผล จำแนกตามระดับ คุณภาพ (n=27)	113
ตารางที่ 20	การเปลี่ยนแปลงของระดับทักษะการคิดเชิงพื้นที่และตามองค์ประกอบ จำแนกตาม ระดับคุณภาพ (n=27)	115



สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่ 1	แสดงกระบวนการของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพจาก Mnguni (2014).....	21
แผนภาพที่ 2	แสดงรายละเอียดในแต่ละด้านของ Taxonomy จาก Jo (2007).....	42
แผนภาพที่ 3	แสดงข้อมูลระดับความสามารถใน Taxonomy จาก Jo (2007)	43
แผนภาพที่ 4	แสดงตัวอย่างการใช้ Taxonomy of Spatial Thinking จาก Jo (2007).....	44
แผนภาพที่ 5	แสดงตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking Ability Test : STAT) จาก Lee & Bednarz (2012)	45
แผนภาพที่ 6	ตัวอย่างแบบประเมินความสามารถการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking Ability Assessment) จาก Tomaszewski et al. (2015).....	46
แผนภาพที่ 7	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยตอนที่ 1	51
แผนภาพที่ 8	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยตอนที่ 2.....	52
แผนภาพที่ 9	แสดงการวิเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ.....	55
แผนภาพที่ 10	แสดงการวิเคราะห์หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ.....	58
แผนภาพที่ 11	แสดงแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ.....	59
แผนภาพที่ 12	แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ.....	60
แผนภาพที่ 13	แสดงแบบแผนการทดลอง	85
แผนภาพที่ 14	แสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับทักษะการคิดเชิงพื้นที่.....	101
แผนภาพที่ 15	แสดงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่.....	105
แผนภาพที่ 16	แสดงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในด้านภาพตัวแทน	109

แผนภาพที่ 17 แสดงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในด้านกระบวนการใช้เหตุผล 114



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาทักษะการคิดได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นตลอดเวลาและมีการศึกษามานานหลายทศวรรษ เนื่องจากทักษะดังกล่าวเป็นความต้องการทางสังคม เพื่อให้คนในสังคมมีความสามารถในการใช้ทักษะการคิดที่เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามการพัฒนาดังกล่าวก็ยังไม่มีความชัดเจนว่าแนวทางที่ดีที่สุดในการสอนทักษะการคิดเป็นอย่างไร (Nisbet, 1993) แต่ก็ยังเป็นที่ยอมรับว่าทักษะการคิดสามารถพัฒนาได้ผ่านระบบการศึกษา (Gardner, 1999) โดยในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา การคิดเชิงพื้นที่ได้รับความสนใจจากนักวิชาการต่างๆ ทั้งในสาขาภูมิศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ (Lee and Bednarz, 2012) ซึ่ง Bednarz, Acheson, and Bednarz (2006) กล่าวว่า ผู้เรียนจะต้องมีทักษะการคิดเชิงพื้นที่เพื่อตีความข้อมูลและสร้างการตัดสินใจต่าง ๆ ในอนาคต และทักษะเหล่านี้เป็นสิ่งที่สำคัญ (Bednarz et al., 2006; Lund & Sinton, 2007; Sinton & Bednarz, 2007) การคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking) เป็นทักษะของการคิดรูปแบบหนึ่งที่เป็นทักษะทางปัญญา ที่สามารถช่วยผู้เรียนได้ทั้งในระดับเด็กเล็กจนถึงผู้ใหญ่ให้เกิดกระบวนการทางปัญญาในระดับสูง (Jo and Bednarz, 2009) การคิดเชิงพื้นที่ไม่ใช่ครอบคลุมเพียงแค่ด้านความรู้ความเข้าใจเท่านั้น แต่ยังนำไปประยุกต์ใช้ได้ถึงระดับของการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่ซับซ้อนและเป็นกระบวนการทางความคิดในระดับสูงที่มีช่วงห่างตั้งแต่เหตุผลอย่างง่ายและบูรณาการความรู้ไปจนถึงการแก้ไขปัญหาและการตัดสินใจ (Wakabayashi and Ishikawa, 2011) โดยทักษะการคิดเชิงพื้นที่เป็นสิ่งที่มากกว่ากระบวนการที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ แต่มีลักษณะที่เป็นกลยุทธ์อย่างมีเป้าหมายและเกิดจากความตั้งใจในการศึกษาทางจิตวิทยาทักษะการคิดเชิงพื้นที่แยกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) การใช้มิติพื้นที่เพื่อที่จะคิด (Use Space to Think) และ 2) การคิดเกี่ยวกับมิติพื้นที่ (Thinking about Space) โดยการใช้มิติพื้นที่เพื่อที่จะคิด (Use Space to Think) จะใช้การจินตนาการหรือการนึกภาพถึงการเปลี่ยนแปลงวัตถุหรือการวางแผนที่เกี่ยวข้องกับวัตถุต่างๆ หรืออาจเป็นการนึกถึงภาพรวมของสภาพแวดล้อมและการวางแผนเส้นทางก็ได้ ส่วนการคิดเกี่ยวกับมิติพื้นที่ (Thinking about Space) จะเป็นการใช้ตัวแทนเชิงพื้นที่ (Spatial Representations) ที่ทำให้เกิดการคิดหรือเกิดกระบวนการด้านเหตุและผล โดยการใช้ตัวแทนในเชิงภาพ เช่น แผนที่ กราฟ ฯลฯ ที่ทำให้เกิดการคิด (Hegarty &

Tarampi, 2016) และ National Research Council (2006) ได้กล่าวว่า การคิดเชิงพื้นที่ เป็นการคิดถึงสิ่งที่ศึกษาหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ในแงุ่มุมที่เกี่ยวกับตำแหน่งที่ตั้ง (Locations) ทั้งคุณลักษณะของสถานที่ (Characteristics of Places) และความสัมพันธ์กันระหว่างสถานที่ต่างๆ (Relationships among Places) ซึ่งมีองค์ประกอบอยู่ 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ (Concepts of Space) 2) ด้านภาพตัวแทน (Representation) และ 3) ด้านกระบวนการใช้เหตุผล (Reasoning Processes)

ทักษะการคิดเชิงพื้นที่จะมีความแตกต่างกันตามวัย โดยหนังสือของ Piaget and Inhelder (1956) เรื่อง The Child's Conceptualization of Space ได้เขียนเกี่ยวกับมโนทัศน์เชิงพื้นที่ (Spatial Concepts) ที่เด็กสามารถเข้าใจและคิดเกี่ยวกับสิ่งนั้นได้ ซึ่งได้เสนอว่าเด็กจะเริ่มเข้าใจมโนทัศน์ในเชิงพื้นที่ได้ เช่น ใน บน ติดกับ ระหว่าง เปิดและปิด โดยจะเกิดขึ้นตั้งแต่ระดับก่อนวัยเรียน (Preschoolers) ซึ่งสามารถแยกความแตกต่างระหว่างการเปิดกับปิดได้ แต่ไม่สามารถแยกความแตกต่างเกี่ยวกับการชั่งตวงวัดได้ (Metrically) เด็กในช่วงนี้จะไม่คำนึงถึงมุมมอง ทำให้ไม่สามารถแยกได้ว่าภาพที่ปรากฏจะเป็นอย่างไร ถ้ามีการมองวัตถุชิ้นหรือสิ่งนั้นๆ ในมุมมองอื่น ดังนั้น การคิดเชิงพื้นที่ของเด็กจะเป็นการใช้และสร้างแผนที่แบบง่าย ๆ และเริ่มสร้างภาพตัวแทนในใจ (Mental Represent) เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่รอบๆ ตัวของเด็กเอง (Blaut and Stea, 1974) ซึ่งเด็กระดับประถมศึกษาส่วนใหญ่สามารถวาดแผนที่แบบง่าย ๆ เกี่ยวกับพื้นที่รอบๆ บ้านของตนเองจากความทรงจำได้ และยังสามารถรับรู้คุณลักษณะต่างๆ บนภาพถ่ายทางอากาศได้อีกด้วย (Boardman, 1990) โดย Kosslyn et al. (1990) กล่าวว่าเด็กอนุบาลสามารถมองเห็นการกระตุ้นด้วยภาพและเกิดภาพนั้นได้ในเวลาต่อมาเพื่อสร้างการตัดสินใจต่างๆ เกี่ยวกับสิ่งที่มองเห็น และ Ray and Rieser (2003) แสดงให้เห็นว่าเด็กอายุ 3-4 ปี สามารถฟังเรื่องสั้นและเกิดตัวแทนเชิงพื้นที่เกี่ยวกับเรื่องราวเพื่อที่จะตัดสินใจความสัมพันธ์กันของตำแหน่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับวัตถุตามการอธิบายในเรื่องราวนั้นๆ ได้ แต่ผู้เรียนที่มีอายุน้อยกว่า 7 ปี มีแนวโน้มที่จะไม่สามารถใช้การนึกภาพเชิงกลยุทธ์ (Imagery Strategically) เพื่อช่วยการเรียนรู้ข้อมูลใหม่ได้ ถึงแม้ว่าเด็กก่อนวัยเรียนจะสามารถสร้างข้อสรุปและประมวลผลภาพต่างๆ บนพื้นฐานของการรับรู้ได้ก็ตาม (National Research Council, 2006) และหากกล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดเชิงพื้นที่ในด้านภาพตัวแทน (Representation) จะสามารถเข้าใจความแตกต่างของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ระหว่างเด็กในวัยเรียนกับผู้ใหญ่ได้ชัดเจนขึ้น โดยผู้ใหญ่จะสามารถเชื่อมโยงความหมายของสัญลักษณ์ในแผนที่ที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมได้ แต่เป็นการยาก

สำหรับเด็กที่จะเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้ (Clements, 2004) อย่างไรก็ตามเมื่อเด็กได้เข้าเรียนในระบบการศึกษาและพัฒนาความรู้จนถึงช่วงวัยรุ่นแล้วก็จะสามารถเข้าใจในเรื่องของมุมมองตลอดจนเข้าใจลักษณะของภาพตัวแทนได้ดียิ่งขึ้น (National Research Council, 2006) ดังนั้นทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้ใหญ่กับเด็กในวัยเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับประถมศึกษา นั้น ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของเด็กกับผู้ใหญ่จะเป็นการใช้องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้ง 3 องค์ประกอบเช่นเดียวกัน แต่มีความแตกต่างกันในองค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ (Concepts of Space) ที่มีความแตกต่างกันตามประสบการณ์และความรู้ในวัยเด็กกับผู้ใหญ่ และในองค์ประกอบด้านภาพตัวแทน (Representation) จะเป็นการใช้ตัวแทนที่เป็นรูปธรรมหรือในเชิงภาพที่ทำให้เกิดภาพตัวแทนในใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวของเด็ก (Blaut and Stea, 1974) โดยผู้ที่เชี่ยวชาญในการคิดเชิงพื้นที่จะสามารถเชื่อมโยงให้เข้ากับขอบเขตความรู้เฉพาะผ่านการฝึกฝนและประสบการณ์ ซึ่งผู้ที่เชี่ยวชาญจะสร้างพื้นฐานความรู้และทักษะต่างๆ ที่ทำให้คิดได้อย่างคล่องแคล่วและลึกซึ้ง โดยสิ่งที่จะทำให้เกิดความเชี่ยวชาญ คือ การเรียนรู้รูปแบบต่างๆ เช่น ทักษะในการสร้างภาพตัวแทน (โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาพตัวแทนเชิงพื้นที่) และความสามารถในการแปลงข้อมูล เป็นต้น แม้ว่าความเชี่ยวชาญส่วนใหญ่จะเป็นสิ่งที่อยู่ภายในหรือทางความคิด แต่ยังคงต้องได้รับการสนับสนุนจากภายนอกในรูปแบบของเครื่องมือต่างๆ และภาพตัวแทน (โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เป็นภาพตัวแทนเชิงพื้นที่) (National Research Council, 2006)

ในอดีตมีการใช้ความสามารถในการคิดเชิงพื้นที่แล้วทำให้เกิดการค้นพบในทางวิทยาศาสตร์ได้ โดย John Snow ได้เผชิญหน้าการกับแพร่ระบาดของอหิวาตกโรค ซึ่งผู้คนจำนวนมากคิดว่าสาเหตุของการแพร่ระบาดมาจากมลพิษทางอากาศ แต่ Snow กลับเชื่อว่าผู้ที่ติดเชื้อมีลักษณะที่เป็นการรวมกลุ่มและจะไม่แปลกถ้าสมมติฐานในเรื่องของมลพิษทางอากาศเป็นเรื่องจริง แต่โรคดังกล่าวมีสาเหตุที่แท้จริงมาจากน้ำเสีย โดย Snow ได้สร้างแผนที่แสดงที่อยู่อาศัยของประชากรที่ติดเชื้อมีและลงตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องสูบน้ำไว้ในแผนที่พร้อมกับเวลาที่ชาวลอนดอนได้ใช้น้ำจากเครื่องดังกล่าว ในแผนที่นี้แสดงให้เห็นว่าผู้ที่ติดเชื้อมีการอยู่กันเป็นกลุ่มรอบเครื่องสูบน้ำและทำให้มองเห็นภาพได้ง่ายขึ้น ซึ่งทำให้ Snow ได้ข้อสรุปว่าน้ำเป็นสาเหตุของปัญหาการแพร่ระบาดของโรคได้มากกว่าอากาศ จะเห็นได้ว่าแผนที่เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการค้นพบว่าสิ่งต่างๆ นั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไรทั้งในด้านมานุษยวิทยา ภูมิศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคมวิทยา และประวัติศาสตร์ (Newcombe, 2010) จากกรณีดังกล่าวในการใช้ทักษะการคิดเชิงพื้นที่เพื่อแก้ปัญหาของ

John Snow จะเห็นได้ว่า John Snow มีการใช้องค์ประกอบ 3 อย่างที่สำคัญในการแก้ไขปัญหา ก็คือ การใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ (Concept of Space) ในการพิจารณารูปแบบทางที่ตั้ง (Spatial Pattern) ของทั้งประชากรที่ติดเชื้อและตำแหน่งของเครื่องสูบน้ำ โดยใช้แผนที่ที่เป็นองค์ประกอบในด้านภาพตัวแทน (Representation) เพื่อแสดงข้อมูลให้เห็นเป็นรูปธรรมในเชิงพื้นที่ และสามารถคิดอย่างเป็นระบบในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลให้เกิดเป็นรูปแบบภาพ (Visual Models) ที่นำไปสู่การใช้องค์ประกอบสุดท้ายของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ก็คือ กระบวนการใช้เหตุผล (Reasoning Processes) ในการคิดวิเคราะห์ถึงสาเหตุของการเกิดโรคระบาดดังกล่าว แล้วใช้ Externalization Visual Models ในการสื่อสารความคิดให้ผู้อื่นได้เห็นและเข้าใจถึงสาเหตุอันจะนำไปสู่การแก้ไขและป้องกันปัญหาดังกล่าวได้

ในระหว่างทศวรรษที่ผ่านมา การคิดเชิงพื้นที่ได้รับความสนใจจากนักวิชาการต่างๆ ทั้งในสาขาภูมิศาสตร์และสาขาวิชาอื่นๆ ซึ่งความสนใจนี้เกิดจากการตีพิมพ์เรื่อง Learning to Think Spatially โดย National Research Council ได้ระบุว่า นักคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinker) จำเป็นต้องเข้าใจความสัมพันธ์กันของทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ธรรมชาติของพื้นที่ (the nature of space) 2) วิธีการต่างๆ ที่นำมาใช้เพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลเชิงพื้นที่ และ 3) กระบวนการต่างๆ เกี่ยวกับเหตุผลเชิงพื้นที่ (National Research Council, 2006) เมื่อผู้คนเกิดทักษะการคิดเชิงพื้นที่แล้วจะสามารถพัฒนาเจตคติในเชิงพื้นที่ได้ โดยนำมาซึ่งความพร้อมและความสามารถในการรอบประเด็นปัญหาต่างๆ ที่เป็นเชิงพื้นที่ได้ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่เพื่อแสดงองค์ประกอบต่างๆ ของปัญหาได้ สามารถคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุต่างๆ ทั้งในส่วนของระยะทางหรือทิศทางหรือรูปแบบของวัตถุที่เกิดขึ้นได้ สามารถจินตนาการได้ว่าจะเลือกใช้ภาพตัวแทนแบบใดที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นๆ ได้ สามารถสร้างข้อสมมติฐานและนิกภาพถึงผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงได้ สามารถคาดการณ์ได้ว่าอาจจะเกิดรูปแบบเชิงพื้นที่หรือความสัมพันธ์กันในเชิงพื้นที่ได้ ถ้าเกิดเหตุการณ์บางอย่างขึ้น ซึ่งความสามารถต่างๆ เหล่านี้จะเกิดขึ้นด้วยการเชื่อมโยงทั้งความรู้เชิงพื้นที่ (Spatial Knowledge) วิธีการคิดในเชิงพื้นที่ และความสามารถเชิงพื้นที่ที่มาพร้อมกับเจตคติในเชิงพื้นที่ที่มีความยืดหยุ่นและเป็นวิธีการคิดที่มีประสิทธิภาพในการนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางในบริบทต่างๆ ทั้งในชีวิตประจำวัน การทำงานและในฐานะที่เป็นศาสตร์ความรู้ (National Research Council, 2006)

ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ไม่ได้ถูกจำกัดอยู่ในแขนงวิชาใดวิชาหนึ่ง แต่ทักษะการคิดเชิงพื้นที่เป็นวิธีการหนึ่งของการคิดที่แทรกอยู่ในวิชาต่างๆ (National Research Council, 2006) โดยทักษะการคิดเชิงพื้นที่เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิชาสหวิทยาการตั้งแต่ศาสตร์ทางด้านจิตวิทยาและการสอนไปจนถึงระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Wakabayashi and Ishikawa, 2011) ซึ่ง National Research Council (2006) ได้ชี้ให้เห็นว่าทักษะการคิดเชิงพื้นที่ถูกสอนและเกิดการเรียนรู้ได้ไม่ใช่แค่เพียงในวิชาภูมิศาสตร์เท่านั้น แต่ยังสามารถเรียนรู้ได้ในวิชาอื่นๆ (เช่น คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์) นอกจากนี้ การศึกษาในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในประเทศญี่ปุ่นยังสามารถพบทักษะการคิดเชิงพื้นที่ได้ในวิชาภูมิศาสตร์ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับพื้นฐานทางด้านมิติ ทักษะเชิงพื้นที่ (Spatial Concepts) ยังถูกสอนอยู่ในเรื่องเรขาคณิต (Hazama, 2002) ในขณะที่การฝึกเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้มิติทัศน์ต่างๆ ยังถูกรวมอยู่ในวิชาภูมิศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ดังนั้นความร่วมมือกันระหว่างวิชาต่างๆ เหล่านี้จะช่วยฝึกฝนทักษะการคิดเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น โดยวิชาต่างๆ เหล่านี้นั้น ภูมิศาสตร์จะมีบทบาทในการนำทักษะการคิดเชิงพื้นที่ไปสู่การประยุกต์ใช้ในโลกแห่งความจริง (Wakabayashi and Ishikawa, 2011) อีกทั้งทักษะการคิดเชิงพื้นที่ยังมีบทบาทที่สำคัญในการศึกษาระดับอุดมศึกษาและการวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแขนงวิชาที่เป็น STEM ศึกษา (Newcombe, 2010) ดังเช่น ผลการศึกษาเป็นจำนวนมากที่รายงานว่าความสามารถเชิงพื้นที่ (Spatial Abilities) ของผู้เรียนมีความสัมพันธ์กับความสำเร็จในการเรียนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น วิชาเคมี ฟิสิกส์และชีววิทยา (Carter et al., 1987; Lord, 1985; Russell-Gebbett, 1985) และอยู่ในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสรรค์ ดังเช่น สถาปัตยกรรมและศิลปะ ที่จำเป็นต้องใช้ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ด้วยเช่นกัน (Burte et al., 2015) นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่อวิชาทางสังคมศาสตร์ โดยมีการจัดตั้งหน่วยงานเพื่อสนับสนุนการแบ่งปันเครื่องมือต่างๆ ในการวิเคราะห์เกี่ยวกับการคิดเชิงพื้นที่ในทางสังคมศาสตร์และยังมีการจัดตั้งหลักสูตรเพื่อสนับสนุนนักศึกษาครูให้ได้อบรมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในทางสังคมศึกษาอีกด้วย (Janelle et al., 2009) แต่อย่างไรก็ตามด้วยธรรมชาติของเนื้อหาวิชาต่างๆ ก็ทำให้มีความเกี่ยวข้องกับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่มากน้อยต่างกันได้ โดยทักษะการคิดเชิงพื้นที่จะมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องของทางการแพทย์ การออกแบบ ฟิสิกส์และชีววิทยา มากกว่าศาสตร์ทางด้านปรัชญา การบริหารธุรกิจ ภาษาศาสตร์และวรรณคดีเปรียบเทียบ (National Research Council, 2006) ดังนั้น ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่สามารถพบได้ภายในศาสตร์ต่างๆ ที่มีการใช้เกี่ยวกับคุณลักษณะเชิงพื้นที่ (เช่น ตำแหน่ง สถานที่ ระยะทาง

ทิศทาง รูปร่าง การเคลื่อนย้าย ส่วนประกอบและการเปลี่ยนแปลง) เพื่อทำให้งานสำเร็จลุล่วงหรือการแก้ไขปัญหา ดังเช่น การใช้ความคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะเชิงพื้นที่ (Spatial Properties) ใน STEM โดยนักเคมีจะใช้ทักษะการคิดเชิงพื้นที่เพื่อเข้าใจโครงสร้าง 3 มิติของอะตอม ในขณะที่วิศวกรจะใช้ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในการคำนวณแรงต่างๆ ที่วางไว้บนยานพาหนะระหว่างเกิดการชน หรือสถาปนิกจะใช้ทักษะการคิดเชิงพื้นที่เมื่อพยายามเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ผ่านการจัดวางผนังหรือแม้แต่ศิลปินที่ต้องพิจารณาเกี่ยวกับองค์ประกอบต่างๆ ในการจัดวางตำแหน่งลงบนผืนผ้าใบ เป็นต้น ตลอดจนรายวิชาต่างๆ ที่มีการใช้ภาพตัวแทน (Represent) ที่ทำให้เกิดการใช้ความสามารถของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ได้ (Burte et al., 2015)

การคิดเชิงพื้นที่ถูกนิยามว่าเป็นการผสมผสานกันของทักษะต่างๆ ทางปัญญา ที่ประกอบไปด้วยความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ (Concepts of Space) การใช้ภาพตัวแทน (Representation) และกระบวนการใช้เหตุผล (Reasoning Processes) (National Research Council, 2006) ซึ่งทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทำให้ผู้คนได้ใช้มิติพื้นที่ในการจำลองโลกแห่งความเป็นจริง เข้าใจโครงสร้างของปัญหาต่างๆ ค้นหาคำตอบและสื่อสารวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยการแสดงให้เห็นภาพ (Visualization) (Metoyer et al., 2015) โดยมโนทัศน์เชิงพื้นที่ทำให้การคิดเชิงพื้นที่มีความแตกต่างจากการคิดประเภทอื่นๆ (National Research Council, 2006) ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่เป็นรูปแบบต่างๆ ในการอธิบายเกี่ยวกับความรู้ (Declarative forms of knowledge) ซึ่งเป็นรากฐานในการสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ เช่น ตำแหน่ง มิติ ความต่อเนื่อง รูปแบบ การเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในเชิงพื้นที่ (Gersmehl and Gersmehl, 2007; Golledge, 2002; Janelle and Goodchild, 2009) โดยเป็นการเข้าใจความหมายของมิติพื้นที่ในเรื่องคุณสมบัติเชิงตำแหน่งวัตถุต่างๆ เช่น ในภาพตัวแทน 2 มิติจะสามารถระบุเกี่ยวกับระยะทาง มุมและทิศทาง ซึ่งเป็นเป็นการเชื่อมโยงกันและทำให้เกิดความเข้าใจคุณสมบัติเชิงโครงสร้างของวัตถุในแง่ของขอบเขต ความหนาแน่น การกระจายตัว รูปร่าง รูปแบบและการจัดประเภท (Region) ส่วนภาพตัวแทนที่เป็น 3 มิติจะทำให้สามารถพิจารณาคุณสมบัติต่างๆ ทั้งความเอียง ความลาด จุดสูงและจุดต่ำได้ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงวัตถุที่อยู่ในมิติพื้นที่ เช่น การหมุนวัตถุหรือเปลี่ยนแปลงขนาดเชิงพื้นที่ หรือการเปลี่ยนแปลงระยะทางและการเปลี่ยนมิติของพื้นที่ เป็นต้น ทำให้เห็นถึงโครงสร้างปัญหาต่างๆ จนเกิดการค้นพบคำตอบและวิธีการแก้ไขปัญหาที่สามารถแสดงผลออกมาได้ ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่เป็นพื้นฐานในการสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่สามารถพบได้ในหลากหลายสาขาวิชา ดังเช่น ความ

สมมาตร ภาพสะท้อน ทิศทางและการหมุน เป็นต้น และความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ที่จะถูกปรับไว้อย่างเหมาะสม (Tailored) ในแต่ละแขนงวิชา (National Research Council, 2006) อาทิเช่น ในวิชาคณิตศาสตร์นั้น ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่จะเกี่ยวข้องในเรื่องของกราฟ เรขาคณิต มิติ เป็นต้น ในวิชาวิทยาศาสตร์จะเกี่ยวข้องเรื่องต่างๆ เช่น โครงสร้างโมเลกุล แผนภาพ แบบจำลองต่างๆ ในทางวิศวกรรมจะเกี่ยวข้องกับแรงต่างๆ ที่ส่งผลต่อการออกแบบโครงสร้าง ในทางการแพทย์จะเกี่ยวข้องกับการดูภาพถ่ายจากเครื่องมือทางการแพทย์ เพื่อวิเคราะห์และตัดสินใจในกระบวนการผ่าตัด เป็นต้น (Newcombe, 2010) การอ่านค่าตำแหน่งในแกนต่างๆ ของแผนภาพในวิชาฟิสิกส์ การเข้าใจความสัมพันธ์กันระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ในตารางธาตุของวิชาเคมี การดูรูปร่างและตำแหน่งของเนื้องอกจากเครื่อง MRI ในทางการแพทย์ การเข้าใจคุณสมบัติเชิงพื้นที่ของการเปลี่ยนระบบพิกัดในวิชาแผนที่ เป็นต้น จากตัวอย่างดังกล่าวจะเป็นการระบุลักษณะเฉพาะของความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ (Concepts of Space) ในแขนงวิชาต่างๆ ที่ต้องรู้และเข้าใจจนทำให้เกิดทักษะในการตีความ ซึ่งเป็นส่วนของวิธีการต่างๆ ในการคิดเชิงพื้นที่และการปฏิบัติที่ทำให้เกิดความเชี่ยวชาญ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ในแขนงวิชาต่างๆ ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความซับซ้อน เช่น ในเรื่องเรขาคณิต จุดๆ หนึ่งเป็นตำแหน่งที่ไร้มิติ แต่ในวิชาภูมิศาสตร์นั้น จุดๆ หนึ่งที่อยู่ในพื้นที่จะเป็นสถานที่เฉพาะที่มีขนาดเล็กแต่มีขนาดพื้นที่ที่แน่นอน ดังนั้น ครูผู้สอนควรต้องระบุความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ที่สัมพันธ์กับแขนงวิชาเฉพาะ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่อาจจะมีความใกล้เคียงกันในหลายวิชา แต่ก็มี ความแตกต่าง (National Research Council, 2006)

ทักษะการคิดเชิงพื้นที่จำเป็นต้องใช้เหตุผลที่ซับซ้อนอยู่เสมอ (Jo and Bednarz, 2009) โดยเหตุผลเป็นความสามารถของบุคคลเพื่อที่จะคิด สร้างการรับรู้เกี่ยวกับโลกและสร้างความเข้าใจ กระบวนการใช้เหตุผล (Processes of reasoning) เป็นความสำคัญของการเรียนรู้ ดังเช่น การได้รับการเปลี่ยนแปลงหรือการตัดสินใจในการปฏิบัติและความเชื่อ (Kompridis, 2010) กระบวนการของการให้เหตุผลได้รวมถึงการคิดในระดับต่ำ เช่น การจำ และการนิยาม ตลอดจนการคิดในระดับสูง เช่น การประเมิน การสังเคราะห์และการสร้างข้อสรุป (Jo and Bednarz, 2009) กระบวนการในการใช้เหตุผลจะเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อเจอคำถามต่างๆ เช่น จะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเพิ่มน้ำหนักไปที่ส่วนหนึ่งของระบบรอกหรือถ้าเอาน้ำหนักออกจากระบบรอกแค่ส่วนหนึ่งจะมีผลอย่างไรหรือถ้าสายรอกขาดจะเป็นอย่างไร? ซึ่งอาจจะเป็นการถามว่าส่วนต่างๆ จะมีการเคลื่อนที่อย่างไรและตำแหน่งสมดุลคืออะไรหรือในกรณีอื่นๆ (National Research Council, 2006) กระบวนการใช้เหตุผลไม่ใช่เป็นสิ่งที่เกิดขึ้น

อัตโนมัติ แต่มีลักษณะที่เป็นกลยุทธ์หรือการวางแผนอย่างมีเป้าหมายและเกิดจากความตั้งใจ และเป็นลักษณะของการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่ซับซ้อนและเป็นกระบวนการทางความคิดในระดับสูง ที่มีช่วงห่างตั้งแต่เหตุผลอย่างง่ายและบูรณาการความรู้ไปจนถึงการแก้ไขปัญหาและการตัดสินใจ (Wakabayashi and Ishikawa, 2011) และเป็นกระบวนการที่ทำให้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่และภาพตัวแทนถูกนำมาผสมผสานเพื่อแก้ไขปัญหาและสร้างการตัดสินใจผ่านการวิเคราะห์ จำแนกประเภท สร้างสมมติฐาน สร้างข้อสรุปและการประเมิน ซึ่งเป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดเชิงพื้นที่ และทักษะการเรียนรู้ในการใช้เครื่องมือต่างๆ ของภาพตัวแทนในการสร้างความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์และการสื่อสารข้อมูล เพื่อใช้กระบวนการทางความคิดขั้นสูงในการแก้ไขปัญหาและสร้างการตัดสินใจด้วยความรู้และทักษะดังกล่าว (National Research Council, 2006)

ภาพตัวแทน (Representation) เป็นองค์ประกอบหนึ่งของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ภาพตัวแทนช่วยและสนับสนุนทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้ทั้งภายในและภายนอก ภาพตัวแทน (Representation) เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและทุกๆ แง่มุมในชีวิตทั้งเรื่องทางกายภาพ สังคมและสภาพแวดล้อมทางปัญญา โดยการนิภาพ (Visualization) ที่สัมพันธ์กับแง่มุมต่างๆ นั้น สามารถที่จะเรียกได้ว่าเป็นทักษะการคิดเชิงพื้นที่ (National Research Council, 2006) ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่เกิดขึ้นได้ทั้งในความเป็นส่วนตัวหรือสาธารณะ โดยทักษะการคิดเชิงพื้นที่เป็นสิ่งที่ครอบคลุมขอบเขตหนึ่งของกระบวนการทางปัญญาที่เกี่ยวกับการสำรวจและการค้นพบ ซึ่งสามารถที่จะนิภาพความสัมพันธ์ต่างๆ (Visualize Relation) ดังเช่น การเปลี่ยนแปลงภาพจากขนาดหนึ่งไปยังขนาดอื่นๆ การหมุนวัตถุไปยังอีกด้านหนึ่ง การสร้างมุมมองใหม่หรือทัศนมิติ (Perspective) ทำให้ภาพของสถานที่ต่างๆ หรือมิติเชิงพื้นที่ได้ปรากฏขึ้น เป็นต้น (Hanson and Hanson, 1993) ในอีกมุมหนึ่ง ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทำให้การดำเนินการต่างๆ ได้ปรากฏให้เห็นด้วยการสร้างตัวแทนเชิงพื้นที่ (Spatial representation) ในขอบเขตของสื่อ รูปแบบต่างๆ และวิธีการต่างๆ ทางประสาทสัมผัส เช่น แผนที่ กราฟ แผนผัง โมเดล 3 มิติ ฯลฯ ซึ่งสามารถใช้ตัวแทนเหล่านั้นในการมองเพื่อให้เกิดความคิด (Use Vision to Think) (Card, 1999) ภาพตัวแทนต่าง ๆ (Representations) สามารถเป็นได้ทั้งเครื่องมือในการสื่อสารความคิดกับผู้อื่น ตลอดจนเป็นวิธีการในการแสดงออกถึงความเข้าใจส่วนบุคคลก็ได้เช่นกัน (National Research Council, 2006)

ภาพตัวแทน (Representation) สามารถเป็นสิ่งที่อยู่ภายใน เช่น ภาพในใจ (Mental Image) หรือแผนที่ทางความคิด (Cognitive Map) เป็นตัวแทนที่เกิดขึ้นในใจ (National Research

Council, 2006) และจำเป็นต้องใช้ความสามารถเชิงพื้นที่เกี่ยวกับการนิกรภาพ (Wakabayashi and Ishikawa, 2011) ซึ่งการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการนิกรภาพ (Visualizations) จะเป็นสิ่งที่ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนได้เกิดการนิกรภาพในเชิงพื้นที่และมีประโยชน์ต่อผู้เรียนทั้งในกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนการสื่อสารในรายวิชาทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา ที่ช่วยฝึกฝนทักษะการคิดเชิงพื้นที่ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนได้ (Newcombe, 2013) โดยงานวิจัยของ Höffler (2010) แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่มีความสามารถเชิงพื้นที่ที่ดีจะสามารถเรียนรู้จากการนิกรภาพได้ดีกว่าผู้เรียนที่มีความสามารถเชิงพื้นที่ในระดับต่ำ นั้นหมายความว่า การนิกรภาพมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถเชิงพื้นที่ ซึ่งครูผู้สอนสามารถช่วยพัฒนาผู้เรียนเกี่ยวกับความสามารถเชิงพื้นที่ให้ดีขึ้นได้ และเกิดประโยชน์จากการเรียนรู้ด้วยการนิกรภาพ (Visualizations) ดังเช่น การใช้แผนที่ หรือ กราฟ ต่างๆ เป็นต้น และยังเป็นเครื่องมือที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในเชิงพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพอีกด้วย (Newcombe, 2013) แม้แต่ผู้เรียนที่มีความสามารถเชิงพื้นที่ระดับต่ำก็สามารถพัฒนาขึ้นได้ด้วยการเพิ่มการเรียนรู้จากการนิกรภาพให้มากยิ่งขึ้น (Höffler, 2010) โดยการเรียนรู้จากรูปแบบเชิงภาพ นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิชาแล้ว ยังช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการใช้ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ โดยเฉพาะในองค์ประกอบด้านกระบวนการใช้เหตุผล เนื่องจากเมื่อผู้สอนมีการใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพจะเป็นการช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในรูปแบบเชิงภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Ainsworth and Loizou, 2003) และกระบวนการใช้เหตุผลในแง่ของการคิดเชิงพื้นที่ คือ กระบวนการทางความคิดที่ทำให้องค์ประกอบในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่และด้านภาพตัวแทนได้ถูกผสมผสานกัน (Jo, 2007) โดยแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพ (The Theoretical Cognitive Process of Visualization) เป็นแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางความคิดและเป็นแนวคิดที่ช่วยส่งเสริมการใช้กระบวนการต่างๆ ทางปัญญาเกี่ยวกับการนิกรภาพ เพื่อสร้างความรู้และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาองค์ประกอบต่างๆ ของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ได้ โดยแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพเป็นขั้นตอนที่ทับซ้อนกัน 3 ขั้นตอน ประกอบไปด้วย Internalization of Visual Models (IVM), Conceptualization of Visual Models (CVM) และ Externalization of Visual Models (EVM) โดย IVM เป็นขั้นของการรับรู้ข้อมูลจากภายนอกที่กระตุ้นให้บุคคลเกิดกระบวนการทางความคิดในการใช้องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในด้านภาพตัวแทน (Representation) ภายในจิตใจ ขั้น CVM เป็นกระบวนการในการสร้างความหมายให้กับข้อมูลและ

รูปแบบเชิงภาพทางความคิด (Cognitive Visual Models) ก็ได้ถูกสร้างขึ้นด้วย ซึ่งในขั้นตอนนี้จะส่งเสริมให้บุคคลเกิดการใช้อ็องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในด้านความรู้เกี่ยวกับเกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ร่วมกับอ็องค์ประกอบในด้านกระบวนการใช้เหตุผลในการสร้างรู้ใหม่ และในขั้น EVM เป็นการสร้างรูปแบบเชิงภาพภายนอก (External Visual Models) ที่เป็นวิธีการในการแสดงออกของโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Mental Schema) (Mnguni, 2014) ซึ่งเป็นการใช้ทูกอค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในการแสดงออกของโครงสร้างทางปัญญาดังกล่าว ดังนั้น การนิกภาพและการคิดเชิงพื้นที่เป็นสิ่งที่บูรณาการร่วมกันในการปฏิบัติและการเรียนรู้ (Ramadas, 2009) เพราะการคิดเชิงพื้นที่เกี่ยวข้องกับการแปลความหมายของรูปภาพ กราฟและแผนภาพต่างๆ (Charcharos et al., 2015) และการนิกภาพ (Visualization) ก็สัมพันธ์กับแง่มุมต่างๆ ที่เป็นทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ได้ (National Research Council, 2006) ด้วยเหตุนี้แนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ (The Theoretical Cognitive Process of Visualization) จึงกลายมาเป็นแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนางอค์ประกอบต่างๆ ของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้งในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ ภาพตัวแทน และกระบวนการใช้เหตุผล

Tversky (2005) ได้กล่าวว่า ความรู้เชิงพื้นที่และการสร้างข้อสรุปเชิงพื้นที่เป็นสิ่งที่สำคัญต่อการดำรงอยู่ของมนุษย์และการให้เหตุผลในเชิงพื้นที่เป็นสิ่งที่อยู่ในทุกแห่ง เช่นเดียวกับ National Research Council (2006) ที่กล่าวว่าความคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking) เป็นทักษะการคิดที่เป็นสากลและจำเป็นในบริบทที่หลากหลาย ซึ่งการคิดเชิงพื้นที่เป็นสิ่งที่อยู่ในกิจกรรมของชีวิตประจำวัน เช่น รู้ว่าจะไปร้านขายของชำอย่างไร เข้าใจระบบเขตเวลา และการประกอบชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ แต่ยังคงพิจารณาถึงความสำคัญในตลาดแรงงานในปัจจุบัน ซึ่งเป็นคุณค่าของแรงงานที่สามารถใช้แผนที่ตระหนักถึงรูปแบบและเข้าใจโครงสร้าง 3 มิติ ฯลฯ นอกจากนี้ พลังของการคิดเชิงพื้นที่เป็นสิ่งที่พิสูจน์ให้เห็นถึงความสำคัญในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ในหลากหลายสาขาวิชา เช่น ดาราศาสตร์ ธรณีวิทยา ฟิสิกส์ และภูมิศาสตร์ จึงเป็นข้อเท็จจริงที่ว่าความคิดเชิงพื้นที่เป็นสิ่งที่สำคัญและมีประสิทธิภาพในบริบทที่หลากหลายและควรพัฒนาการคิดเชิงพื้นที่ในประชากรของสังคมผ่านระบบการศึกษาที่เป็นทางการ ซึ่งรวมถึงหลักสูตร การเรียนการสอนและการประเมิน (Jo, 2007) ดังนั้น สาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 จึงได้กำหนดให้การคิดเชิงพื้นที่

(Spatial Thinking) เป็นทักษะพื้นฐานทางภูมิศาสตร์อย่างหนึ่งที่ถูกกำหนดไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ ทั้ง มาตรฐาน ส 5.1 และ มาตรฐาน ส 5.2 โดยมาตรฐาน ส 5.1 (การเข้าใจลักษณะทางกายภาพของโลกและความสัมพันธ์ของสรรพสิ่งซึ่งมีผลต่อกัน ใช้แผนที่และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ในการค้นหา วิเคราะห์ และสรุปข้อมูล ตามกระบวนการทางภูมิศาสตร์ ตลอดจนใช้ภูมิสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ) ได้กำหนดให้มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking) ไว้ในตัวชี้วัดตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จนถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 และมาตรฐาน ส 5.2 (เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่ก่อให้เกิด การสร้างสรรค์วิถีการดำเนินชีวิต มีจิตสำนึกและมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน) ได้กำหนดให้มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking) ไว้ในตัวชี้วัดตั้งแต่ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 จนถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560) ซึ่ง Binko (1989) ได้กล่าววาระดับของทักษะและความมั่นใจของครูเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้การสอนเนื้อหาใหม่ ๆ เกิดขึ้นในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งนักศึกษาครูจะต้องได้รับโอกาสในการฝึกฝนทักษะอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับครูผู้สอนที่ต้องพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนนั้น ครูผู้สอนเองจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ก่อนจึงจะสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนได้ (Euikyung, Andrew, & Thomas, 2016) แต่นักศึกษาครูสังคมศึกษากลับไม่ค่อยได้รับการเรียนการสอนที่จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ได้เท่าที่ควร (Hespanha, Goodchild, & Janelle, 2009) อีกทั้งนักศึกษาวิชาชีพครูสังคมศึกษายังขาดความเข้าใจเนื้อหาภูมิศาสตร์อย่างชัดเจน (แก้วใจ สุวรรณเวช, 2559) ดังนั้น การพัฒนาการสอนการคิดเชิงพื้นที่ในวิชาภูมิศาสตร์มีความจำเป็นที่นักศึกษาครูจะต้องมีโอกาสดังชัดเจนให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ โดยเน้นเป็นพิเศษเกี่ยวกับความสำคัญและความเกี่ยวข้องของกับบริบทการเรียนรู้ที่กว้างและฝึกฝนการผสมผสานการคิดเชิงพื้นที่เข้ากับสภาพแวดล้อมทางการสอนที่หลากหลาย เพราะในระดับอุดมศึกษาเป็นช่วงเวลาสำคัญที่นักศึกษาครูจะได้รับการสนับสนุนการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงพื้นที่ได้ง่ายที่สุด (Uhlenwinkel, 2013)

ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจปัญหาต่างๆ ในเชิงพื้นที่ที่มีความซับซ้อนและเป็นสิ่งที่ต้องเผชิญในโลกทุกวันนี้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องมีทักษะการคิดเชิงพื้นที่เพื่อตีความข้อมูลและสร้างการตัดสินใจต่างๆ ในอนาคต และทักษะเหล่านี้เป็นสิ่งที่สำคัญโดยทักษะการคิดเชิงพื้นที่ได้เป็นทักษะพื้นฐานทางภูมิศาสตร์อย่างหนึ่งที่ถูกกำหนดไว้ในหลักสูตร

แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของไทย ที่ผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำเป็นต้องมีทักษะดังกล่าว ซึ่งกลายเป็นบทบาทที่สำคัญของครูในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน แต่จากผลการวิจัยกลับพบว่า นักศึกษาครูสังคมศึกษายังมีทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับต่ำ (Euikyung, Andrew, & Thomas, 2016) และนักศึกษาครูยังขาดความรู้ความเข้าใจและการฝึกฝนในเรื่องของการคิดเช่นกัน ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาผู้เรียนในอนาคตและเป็นปัญหาสำคัญของวงการการศึกษาของไทย (ทิตนา แคมมณี และคณะ, 2549) โดยการจัดการเรียนการสอนของไทยยังเน้นแต่เรื่องของการจำข้อมูล แต่ขาดการฝึกฝนให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด (วิทยากร เชียงกูล, 2562) และสอดคล้องกับ วรรณิการ์ วงศ์มยุรา (2555) ที่อธิบายว่า ครูผู้สอนมักจะเน้นให้ผู้เรียนท่องจำ โดยไม่ได้ปลูกฝังให้มีการฝึกฝนกระบวนการทางความคิด ส่งผลให้ผู้เรียนขาดทักษะการคิด อีกทั้งยังพบว่า ครูสังคมศึกษายังมีปัญหาในด้านการจัดการเรียนรู้ให้เกิดทักษะการคิด (ปณยา จันทมาตย์, 2557) ทำให้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ให้กับนักศึกษาครู ซึ่งจะส่งผลไปสู่การพัฒนาผู้เรียนในอนาคต เพราะการพัฒนาครูจะช่วยส่งผลต่อประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียนได้ (Binko, 1989) แต่อย่างไรก็ตาม แนวทางการสอนที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะการคิดเชิงพื้นที่นั้น ยังปราศจากแนวทางการสอนและวิธีการฝึกฝนเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ชัดเจน (Jo, 2011) ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่สำหรับนักศึกษาครู ซึ่งผู้วิจัยหวังว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นจะเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูและนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนในอนาคต

คำถามการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภาพ มีหลักการและขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนอย่างไร
2. การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภาพ สามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูได้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพ

2. เพื่อประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพ โดย

2.1) เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพ ก่อนและหลังการทดลอง

2.2) ศึกษาพัฒนาการของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพ

สมมติฐานการวิจัย

ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ครอบคลุมถึงกระบวนการทางปัญญาต่างๆ (Cognitive Processes) ทั้งการทำให้สามารถนิกรภาพความสัมพันธ์กันของสิ่งต่างๆ (Visualize Relations) การทำให้จินตนาการได้ถึงเปลี่ยนแปลงของขนาดและมุมมองในด้านอื่นๆ การทำให้เกิดภาพของสถานที่และมิติพื้นที่ต่างๆ (Places and Spaces) (Hanson and Hanson, 1993) เนื่องจากทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทำให้ผู้คนได้ใช้มิติพื้นที่ในการจำลองโลกแห่งความเป็นจริง เข้าใจโครงสร้างของปัญหาต่างๆ ค้นหาคำตอบและสื่อสารวิธีการแก้ไขปัญหาลงด้วยการแสดงให้เห็นภาพ (Metoyer et al., 2015) ซึ่งการใช้สื่อต่างๆ เช่น แผนที่ กราฟ แผนผัง โมเดล 3 มิติ ฯลฯ ที่ทำให้เกิดการนิกรภาพจะเป็นการช่วยส่งเสริมให้เกิดการใช้กระบวนการทางความคิด (Card, 1999) เช่นเดียวกันกับ Uttal (2000) ที่อธิบายว่าการใช้ข้อมูลเชิงภาพสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการนิกรภาพ (Visualization) ที่นำไปสู่การเกิดกระบวนการทางความคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ภาพตัวแทนในเชิงพื้นที่ (Spatial Representation) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการทางความคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงพื้นที่

การใช้ข้อมูลเชิงภาพที่ทำให้เกิดการนิกรภาพยังช่วยให้เกิดการใช้อุปกรณ์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ ตามที่ Golledge and Stimson (1997) ได้อธิบายถึงการใชภาพตัวแทนในเชิงพื้นที่ว่าจะช่วยให้ผู้เรียนนิกรภาพความสัมพันธ์ต่างๆ (Visualize Relation)

อันจะนำไปสู่การสร้างแผนที่ในใจ (Imagine Maps) ที่ทำให้เข้าใจถึงตำแหน่งที่ตั้ง คุณลักษณะของสถานที่และความสัมพันธ์กันระหว่างสถานที่ต่างๆ ที่เป็นสิ่งที่อยู่ในองค์ประกอบของการคิดเชิงพื้นที่ในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ (Concept of Space) ซึ่งการวิจัยของ Mnguni (Mnguni et al., 2016) ที่วิจัยเกี่ยวกับการประเมินทักษะการนึกภาพของผู้เรียนก็พบว่า ทักษะการนึกภาพ (Visualisation Skills) เป็นทักษะที่มีความจำเป็นสำหรับผู้เรียน เพราะเป็นทักษะที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา (Content Knowledge) อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรมและมีความซับซ้อนได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาต่างๆ ในเชิงพื้นที่ที่มีความซับซ้อนและต้องเผชิญในโลกทุกวันนี้ได้ (Gryl, Jekel, & Donert, 2010) เช่นเดียวกันกับ National Research Council (2006) ที่ได้อธิบายว่า ภาพตัวแทน (Representation) ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น รูปภาพ กราฟ แผนที่ ฯลฯ จะช่วยสนับสนุนให้เกิดการนึกภาพ (Visualization) ซึ่งช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่สนใจหรือสิ่งที่ศึกษาได้

นอกจากนี้ข้อมูลต่างๆ ที่ถูกนำเสนอในเชิงภาพ เช่น รูปภาพ กราฟ แผนที่ แผนภาพ ฯลฯ ยังช่วยส่งเสริมให้เกิดการใช้องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในด้านกระบวนการใช้เหตุผลได้ ดังผลการศึกษาของ Van Gelder (2002) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้แผนที่ข้อโต้แย้งที่เป็นเครื่องมือฝึกการคิดโดยใช้การมองแผนภาพ ซึ่งพบว่าการใช้ข้อมูลเชิงภาพจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการอธิบายหรือแสดงความคิดเห็นได้ดียิ่งขึ้น และกระบวนการใช้เหตุผลในแง่ของการคิดเชิงพื้นที่ คือ กระบวนการทางปัญญาที่ทำให้องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทางด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่และด้านภาพตัวแทนได้ถูกผสมผสานกัน (Jo, 2007)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำมาตั้งสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. ผู้เรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่หลังทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
2. ผู้เรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพจะมีพัฒนาการของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ดีขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักศึกษาครู สาขาวิชาสังคมศึกษา คณะครุศาสตร์ / คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยในภาคตะวันออก

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาครู สาขาวิชาสังคมศึกษา ชั้นปีที่ 1 คณะครุศาสตร์ จังหวัดจันทบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 27 คน ซึ่งอยู่ในกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้

3. ตัวแปรในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ตัวแปรจัดกระทำ คือ รูปแบบการเรียนการสอน ตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ ส่วนตัวแปรตาม คือ ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ประกอบด้วย 1) ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ 2) ภาพตัวแทน และ 3) กระบวนการใช้เหตุผล

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ในรายวิชาภูมิศาสตร์ กายภาพจำนวน 60 ชั่วโมง (2-2-5) หรือ 15 สัปดาห์

นิยามศัพท์เฉพาะ

ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดที่มีการสร้างภาพตัวแทนในใจ (Mental Representation) ร่วมกับการใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ (Concepts of Space) และกระบวนการใช้เหตุผล (Reasoning Processes) เพื่อนำไปสู่การวางแผน การแก้ไขปัญหา การตัดสินใจหรือสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์หรือสิ่งที่ศึกษา และสามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอก (External Representation) ในการสื่อสารทางความคิดกับบุคคลอื่นได้ โดยประกอบด้วยองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ 3 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ด้านการใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ (Concepts of Space) หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ที่ถูกปรับไว้อย่างเหมาะสม (Tailored) ในแต่ละแขนงวิชา โดยมีกรอบเชิงพื้นที่ในการคิด ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจคุณสมบัติของวัตถุหรือสิ่งที่ศึกษาในเชิงพื้นที่ทั้งในเรื่องตำแหน่ง ระยะทาง มุม ทิศทาง การเปลี่ยนมิติในการมอง ภาพสะท้อน การหมุนวัตถุ การเปลี่ยนแปลงขนาด หรือความสัมพันธ์กันของวัตถุหรือสิ่งที่ศึกษาทั้งในลักษณะที่เป็นรูปแบบ ความหนาแน่น การกระจายตัว หรือการจัดประเภท

2. ด้านการใช้ภาพตัวแทน (Representation) หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาพตัวแทนภายใน (Mental Representation) ซึ่งเป็นการใช้กระบวนการทางความคิดในการสร้างภาพตัวแทนหรือแบบจำลองขึ้นภายในใจ และยังรวมถึงการนิมิตภาพ (Visualizations) ที่เป็นผลมาจากการใช้สิ่งเร้าที่ทำให้เกิดการรับรู้และนำไปสู่การสร้างภาพในใจ (Mental Image) เพื่อการวางแผนการแก้ไขปัญหาหรือสร้างการตัดสินใจ ผ่านกระบวนการใช้เหตุผลและความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ แล้วสามารถใช้ตัวแทนภายนอก (External Representation) ซึ่งเป็นความสามารถในการใช้เครื่องมือต่างๆ และรูปแบบเชิงภาพ (Pictorial Model) ที่ทำให้เกิดการมองเห็นข้อมูลในเชิงภาพในการสื่อสารกับบุคคลอื่นให้เข้าใจกระบวนการทางความคิดที่เกิดขึ้น

3. ด้านกระบวนการใช้เหตุผล (Reasoning Processes) หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะทางความคิดตั้งแต่ระดับความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่าและสร้างสรรค์ เพื่อการวางแผน วางกลยุทธ์ แก้ไขปัญหา การตัดสินใจหรือสร้างความเข้าใจ

แนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิมิตภาพ คือ การใช้รูปแบบต่างๆ ในเชิงภาพ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมองเห็นจนเกิดการรับรู้รูปแบบเชิงภาพภายใน (Internalization of Visual Models) และเชื่อมโยงไปสู่การเกิดความคิดรวบยอดของรูปแบบเชิงภาพ ด้วยวิธีการแปลความหมายข้อมูลเชิงภาพที่เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม จนสามารถนำความคิดรวบยอดดังกล่าวไปสู่การแสดงรูปแบบเชิงภาพภายนอกได้ (Externalization of Visual Models)

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิมิตภาพ หมายถึง แบบแผนในการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นตามหลักการของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิมิตภาพ ที่มีการใช้รูปแบบเชิงภาพประเภทต่างๆ ทั้งรูปภาพ กราฟ แผนภาพ แผนที่ ฯลฯ ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้มองเห็นและใช้กระบวนการทางความคิดในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีรูปแบบเชิงภาพเป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนจนเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญาและทำให้ผู้เรียนสามารถสะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นด้วยรูปแบบเชิงภาพประเภทต่างๆ ได้ โดยมีหลักการสำคัญ คือ การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการใช้กระบวนการทางความคิดในการนิมิตภาพและการสร้างความรู้ด้วยตนเองจนเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งประกอบด้วย 5 หลักการ ได้แก่

1) การใช้รูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจและสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการใช้กระบวนการทางปัญญาในการเรียนรู้

2) การทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนด้วยรูปแบบเชิงภาพจะช่วยกระตุ้นความทรงจำของผู้เรียนให้เกิดการเชื่อมโยงกับสิ่งที่ศึกษา เพื่อนำไปสู่กระบวนการสร้างความรู้ใหม่

3) กระบวนการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบเชิงภาพที่สร้างความเข้าใจและสัมพันธ์กับความรู้เดิม จะช่วยกระตุ้นผู้เรียนให้ใช้กระบวนการทางปัญญาในการแสวงหาความรู้และปรับโครงสร้างทางปัญญา

4) กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนเป็นผลมาจากกระบวนการเรียนรู้ที่นำรูปแบบเชิงภาพมาช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจนเกิดเป็นความคิดรวบยอด

5) รูปแบบเชิงภาพเป็นเครื่องมือที่ช่วยสะท้อนให้เห็นถึงโครงสร้างทางปัญญาที่เกิดขึ้นของผู้เรียน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมเชิงภาพ เป็นขั้นตอนของการเตรียมความพร้อมในการเรียนรู้ โดยนำรูปแบบเชิงภาพมาใช้กระตุ้นความสนใจและทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 การนิกภาพและเชื่อมโยง เป็นขั้นตอนของการที่ผู้เรียนได้นำความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับการเรียนรู้เนื้อหาความรู้ใหม่ที่สัมพันธ์กับรูปแบบเชิงภาพ

ขั้นที่ 3 การตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานเชิงภาพ เป็นขั้นตอนของการตั้งประเด็นปัญหาที่สัมพันธ์กับรูปแบบเชิงภาพที่นำไปสู่การตั้งสมมติฐานและเป็นแนวทางในการแสวงหาความรู้ใหม่

ขั้นที่ 4 การใช้กระบวนการทางปัญญา เป็นขั้นตอนของการแสวงหาความรู้และใช้กระบวนการทางความคิดในการสร้างความรู้ใหม่จนเกิดเป็นความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพ

ขั้นที่ 5 การสะท้อนความรู้เชิงภาพ เป็นขั้นตอนของการสะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นของผู้เรียนผ่านการนำเสนอด้วยภาพตัวแทนภายนอก

นักศึกษาครู หมายถึง นักศึกษาสาขาวิชาสังคมศึกษา คณะครุศาสตร์ / คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏในภาคตะวันออกเฉียง

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ซึ่งจะเป็นประโยชน์ดังนี้

1. การวิจัยนี้ได้เสนอความสำคัญและปัญหาของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู จึงเป็นการช่วยสร้างความตระหนักให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องในการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่และให้มีการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน
2. ใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีหลักการ แนวทางการจัดการเรียนการสอน ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน บทบาทครู บทบาทผู้เรียนที่ชัดเจน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ตามบริบทที่ต้องการได้
3. ผู้สนใจหรือผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลจากการวิจัยครั้งนี้เป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนในบริบทต่างๆ ได้
4. นักศึกษาครูได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผู้เรียนในอนาคต ตลอดจนการดำเนินชีวิตประจำวัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ผู้วิจัยได้ค้นคว้าข้อมูลจากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. แนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ (The Theoretical Cognitive Process of Visualization)

- 1.1 นิยามความหมายของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ
- 1.2 ขั้นตอนของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ
- 1.3 การประยุกต์ใช้รูปแบบ IVM, CVM และ EVM
- 1.4 ทักษะต่างๆ ในการนิเทศภาพ

2. ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking Skills)

- 2.1 นิยาม ความหมายของทักษะการคิดเชิงพื้นที่
- 2.2 องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่
- 2.3 ลักษณะของบุคคลที่มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่
- 2.4 การวัดและประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4. กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. แนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ (The Theoretical Cognitive Process of Visualization)

1.1 นิยามความหมายของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ

แนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ คือ คือ การใช้รูปแบบต่างๆ ในเชิงภาพ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมองเห็นจนเกิดการรับรู้รูปแบบเชิงภาพภายใน (Internalization of Visual Models) และเชื่อมโยงไปสู่การเกิดความคิดรวบยอดของรูปแบบเชิงภาพ ด้วยวิธีการแปลความหมายข้อมูลเชิงภาพที่เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม จนสามารถนำความคิดรวบยอดดังกล่าวไปสู่การแสดงรูปแบบเชิงภาพภายนอกได้ (Externalization of Visual Models) (Mnguni, 2014)

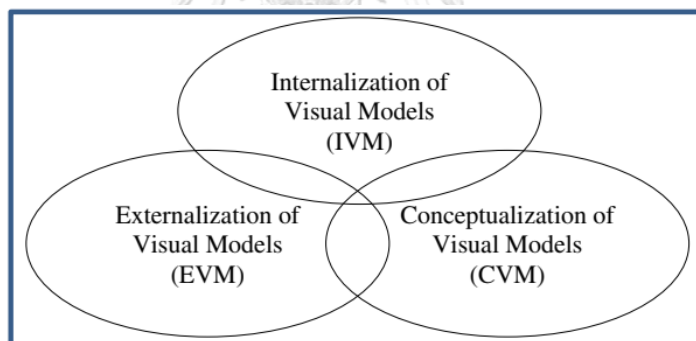
1.2 ขั้นตอนของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ

ตามที่ Mayer (2002) ได้เสนอว่า การเรียนรู้จากรูปแบบเชิงภาพเป็นกระบวนการทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางจิตใจ ซึ่งถูกอธิบายไว้ในทฤษฎีทางปัญญาเกี่ยวกับการเรียนรู้ผ่านมัลติมีเดีย (The Cognitive Theory of Multimedia Learning) โดยทฤษฎีนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้และรูปภาพที่รับรู้ผ่านดวงตาแล้วเข้าสู่ระบบทางปัญญา ผู้เรียนจะเกิดมุมมองต่างๆ เกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพแล้วนำไปสู่การสร้างภาพในใจด้วยการทำงานของหน่วยความจำระยะสั้นจากการสร้างภาพในใจนั้น ผู้เรียนจะมีการจัดกลุ่มภาพต่างๆ ไปยังตัวแทนในใจ (Mental Representation) ซึ่งถูกเรียกว่า รูปแบบเชิงภาพ (Pictorial Model) กระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับการเลือก การจัดการและการบูรณาการภาพต่างๆ ไปยังการคิดเกี่ยวกับพื้นที่ในเชิงภาพ (Visuo-spatial Thinking) (Mayer, 2003)

เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจนั้น การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่อยู่ภายใน (จิตวิทยา) และภายนอก (กายภาพ) การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับกระบวนการของข้อมูลที่เปรียบเสมือนวิธีการที่มีการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างทั้งจิตวิทยาและกายภาพ โดยทฤษฎี Cognitivism, Constructivism และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เช่น ทฤษฎีทางปัญญาเกี่ยวกับการเรียนรู้ผ่านมัลติมีเดีย (The Cognitive Theory of Multimedia Learning) นั้น ต่างก็มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ (The Theoretical Cognitive Process of Visualization) โดยกระบวนการของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพได้แบ่งออกเป็น 3 ระยะที่ทับซ้อนกัน (Overlap) ประกอบไปด้วย Internalization of Visual Models (IVM), Conceptualization of

Visual Models (CVM) และ Externalization of Visual Models (EVM) (ตามภาพด้านล่าง) ซึ่ง IVM จะเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ผ่านอวัยวะต่างๆ เช่น ดวงตา ที่เป็นการทำงานเกี่ยวกับสมองในการรับข้อมูลจากภายนอก ส่วน CVM เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความหมายและเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในระหว่างรูปแบบเชิงภาพทางปัญญา (Cognitive Visual Models) ได้ถูกสร้างขึ้น (Burton, 2004) โดยระหว่างกระบวนการ CVM นั้น ความรู้เดิมที่ถูกเก็บไว้เสมือนรูปแบบเชิงภาพทางปัญญาได้ถูกเรียกคืนจากหน่วยความจำระยะยาวและถูกสร้างขึ้นใหม่ในหน่วยความจำระยะสั้นที่เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ และ EVM เป็นผลผลิตจากรูปแบบเชิงภาพภายนอก (External Visual Models) ที่เป็นวิธีในการแสดงโครงสร้างความรู้ทางปัญญา (Cognitive Mental Schema) โดยในแต่ละขั้นตอนจะมีรายละเอียด ดังนี้ (Mnguni, 2014)

แผนภาพที่ 1 แสดงกระบวนการของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพจาก Mnguni (2014)



Internalization of visual models (IVM)

Internalization of visual models (IVM) จะมีอยู่ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ กลาง และสูง (Healey, 2007; Van Schoren, 2005) โดย IVM ระดับต่ำเกี่ยวข้องกับการให้ความสนใจในเชิงภาพที่ใช้ความพยายามทางปัญญาไม่มากนักในการปฏิบัติ เช่น ถ้าผู้เรียนวิทยาศาสตร์ถูกถามถึงความแตกต่างระหว่างเซลล์สัตว์กับเซลล์พืชที่เกี่ยวข้องกับออร์แกเนลล์ (Organelles) ในรูปแบบเชิงภาพ ผู้เรียนจะมองหาเพียงสิ่งที่ปรากฏหรือสิ่งที่หายไปของโครงสร้าง ดังเช่น Chloroplast กับ Cell Wall ในโมเดลที่ปรากฏ ซึ่งการปฏิบัติของผู้เรียนเป็นเพียงการสังเกตจากสิ่งที่ปรากฏหรือหาสิ่งที่ขาดหายไปจากโครงสร้างเฉพาะ เป็นต้น

หลักฐานจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการปฏิบัติในช่วงของ IVM ระดับต่ำจะสัมพันธ์กับความสนใจในระดับต่ำ ซึ่ง Stevenson and Roorda (2005) ได้รายงานว่าการปฏิบัติในขั้นนี้จะใช้เวลาที่น้อยกว่า 200-250 มิลลิวินาทีในการมองโมเดลเชิงภาพ อีกทั้งนักวิจัยต่างๆ ก็ให้ความคิดเห็นว่าการปฏิบัติในขั้นนี้สามารถทำควบคู่ไปกับการเคลื่อนไหวของดวงตาและใช้ความคิดที่น้อยมากหรือแทบจะไม่มีเลยในการวิเคราะห์สิ่งเหล่านั้นในหน่วยความจำระยะสั้น (Mnguni, 2014) แต่ IVM ระดับสูงจะสัมพันธ์กับการใช้ความพยายามทางปัญญาเป็นอย่างมากในการประยุกต์ใช้ข้อมูลเชิงภาพจากภายใน (Van Schoren, 2005) โดยในขั้นตอนนี้อาจจะสัมพันธ์กับ ขั้นของ Conceptualization of Visual Models (CVM) ซึ่งอาจจะจำเป็นต้องใช้การตีความเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่เป็นการใช้ความรู้เดิม (Healey, 2007)

เมื่อข้อมูลได้ถูกเปลี่ยนเป็นความรู้ที่เก็บไว้ภายในนั้น เป็นการถ่ายโยงข้อมูลไปยังหน่วยความจำระยะสั้น เพื่อเข้าสู่กระบวนการในการสร้างความหมายด้วยการสร้างโครงสร้างความรู้ภายใน (Mental Schema) ความถูกต้องแม่นยำของโครงสร้างความรู้จะขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนเป็นความรู้ที่เก็บไว้ภายใน ซึ่ง Koedinger and Anderson (1990) ได้รายงานว่าข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนเป็นความรู้ที่เก็บไว้ภายในเป็นการจัดการเกี่ยวกับรูปแบบต่างๆ ที่สัมพันธ์กันและถูกเรียกว่า "Chunks" โดย Chunk อาจจะเป็นการดำเนินการเกี่ยวกับการเลือกเฟ้นและจัดเรียงข้อมูล ซึ่งกระบวนการทางปัญญาจำเป็นต้องใช้ความพยายามและความสนใจในการคิดที่มากขึ้น

หลักการต่างๆ ของ Gestalt ได้อธิบายวิธีการที่รูปแบบเชิงภาพได้เกิดกระบวนการทางปัญญาขึ้นระหว่างการเกิด IVM ระดับสูง (Behrens, 1983) โดยหลักการของ Gestalt ได้เสนอว่ามีอย่างน้อย 4 ปัจจัยหลักที่เป็นตัวกำหนดว่ามนุษย์เกิดการ "Chunk" ข้อมูล ได้แก่ Closure, Proximity, Similarity และ Simplicity โดยหลักการของ Closer เสนอว่า ความคิดมีแนวโน้มที่จะทำให้รูปภาพเกิดความสมบูรณ์ได้แม้ในกรณีที่ข้อมูลได้ขาดหายไป ส่วนหลักการของ Proximity ได้เสนอว่า เมื่อสิ่งที่ปรากฏได้วางอยู่ใกล้ๆ กัน จะเกิดการรับรู้ว่าเป็นกลุ่มเดียวกัน หลักการ Similarity ได้เสนอว่า รูปร่าง ขนาด สี พื้นผิวและทิศทางที่คล้ายกัน จะจัดเป็นกลุ่มหรือพวกเดียวกัน (Mullet and Sano, 1995) หลักการสุดท้าย ก็คือ Simplicity ที่ชี้ว่าความคิดจะรับรู้ทุกสิ่งในรูปแบบที่ง่ายที่สุดและจัดกลุ่มตามลักษณะที่ปรากฏ ซึ่งหลักการเหล่านี้เป็นสิ่งที่สะท้อนพฤติกรรมของระบบทางปัญญาเกี่ยวกับการรับข้อมูลเชิงภาพใหม่ๆ

Mnguni (2007) ได้ยกตัวอย่างทักษะการเรียนรู้เกี่ยวข้องกับ IVM ว่า "เป็นความสามารถเพื่อ ความเข้าใจความหมายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับส่วนต่างๆ ของรูปแบบเชิงภาพ ซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ เบื้องหลังของสิ่งต่างๆ ที่ปรากฏให้เห็นอยู่เบื้องหน้า" โดยในการศึกษาของ Mnguni พบว่า นักเรียนใน การทดลองทุกคน (106 คน) ไม่เห็นข้อมูลที่อยู่เบื้องหลังของรูปแบบเชิงภาพ ดังเช่น ความหมายหรือ แม้กระทั่งการเชื่อมโยงกับส่วนอื่นๆ ของภาพ เช่น ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจกลุ่มของอิเล็กตรอนที่เป็น ข้อมูลที่ถูกนำเสนอในรูปแบบหนึ่ง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการขาดกรอบแนวคิดของความหมายที่เกี่ยวข้อง กับรูปแบบเชิงภาพที่ถูกนำเสนอ โดยผลจากการนี้ เช่นนี้ คือ การสร้างความรู้อย่างมีความหมายจะถูก จำกัดและเกิดการเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้น IVM จะถูกเชื่อมโยงกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่ใน หน่วยความจำระยะยาวและจากตัวอย่างการทดลองของ Mnguni แสดงให้เห็นว่า IVM สามารถที่จะ เชื่อมโยงกับ CVM เนื่องจากจำเป็นต้องใช้ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมด้วย

IVM จะเป็นขั้นที่ว้าวัยต่างๆ ในการรับรู้ ดังเช่น ดวงตา ที่ถูกใช้ในการสัมผัสข้อมูลเชิงภาพ จากรูปแบบเชิงภาพที่มาจากภายนอก ไม่ว่าจะเป็นรูปภาพ แผนภาพและภาพเคลื่อนไหวต่างๆ ซึ่ง ทักษะต่างๆ ในการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับ IVM ได้รวมถึงความสามารถในการเข้าใจความหมายในส่วน ต่างๆ ของรูปแบบเชิงภาพที่อยู่เบื้องหลังวัตถุหรือสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ถูกนำเสนอ (Mnguni, 2018) โดย Healey (2007) ได้แบ่งระดับของ IVM ไว้เป็น 2 ระดับ คือ IVM ระดับและระดับสูง โดยการเกิด IVM ระดับต่ำ จะเป็นการรับรู้โดยปราศจากการใช้ความคิดในการตีความหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นรูปแบบ เชิงภาพที่ผู้เรียนไม่ได้ให้ความสนใจ ซึ่ง IVM ในระดับต่ำนี้จะเป็น IVM ในส่วนที่ไม่มีการทับซ้อนกับ CVM ส่วนการเกิด IVM ในระดับสูงจะเกี่ยวข้องกับการใช้ความพยายามทางความคิดในการ ประมวลผลให้เกิดความคิดรวบยอด ซึ่งในขั้น IVM ระดับสูงจะเป็นการทับซ้อนกันระหว่างขั้น IVM กับ CVM เพราะเป็นขั้นที่ทำให้เกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่ได้รับ

Conceptualization of visual models (CVM)

เมื่อข้อมูลได้ถูกปรับเปลี่ยนไปเป็นความรู้อย่างสมบูรณ์แล้ว จะเข้าสู่ขั้นตอนของ CVM ต่อไป โดย Mast et al. (2003) ได้อธิบายว่า CVM เป็นสิ่งที่ผู้เรียนต้องอาศัยทั้งหน่วยความจำระยะสั้นและ ระยะยาวเพื่อที่จะสร้างความคิดรวบยอดจากข้อมูลเชิงภาพด้วยวิธีการตีความข้อมูลเชิงภาพที่ปรากฏ แล้วเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ ดังเช่น ที่ถูกอธิบายไว้ตามทฤษฎี Constructivist (Mayer, 2003; Thompson, 1995)

การศึกษาจำนวนหนึ่งได้ดำเนินการเพื่อเข้าใจถึงสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนมองแบบรูปแบบเชิงภาพแล้วนำไปสู่ CVM ดังเช่น การศึกษาของ DeSantis and Housen (2000) ที่ได้ศึกษาว่าผู้เรียนจะเกิดกระบวนการที่เกี่ยวกับข้อมูลอย่างไรเมื่อกำลังมองไปที่งานศิลปะ โดยได้แบ่งกระบวนการทางปัญญาเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพเป็น 5 ขั้น ได้แก่ Accountive, Constructive, Classifying, Interpretive และ Re-creative ในขั้น Accountive Stage ผู้เรียนจะสร้างความคิดรวบยอดจากแบบรูปแบบเชิงภาพที่อยู่บนพื้นฐานของสิ่งที่รู้จักและชอบ ดังเช่น สิ่งที่พบในหน่วยความจำระยะยาวของผู้เรียน ในขั้น Constructive Stage ผู้เรียนจะใช้ตรรกะและเครื่องมือต่างๆ ที่เข้าถึงความรู้เพื่อสร้างการพิจารณาเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ ซึ่งในกรณีที่รูปภาพที่ไม่ตรงกับสิ่งที่อยู่ในหน่วยความจำระยะยาวของผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนไม่เกิดการรับรู้ได้ ในขั้น Classifying Stage ผู้เรียนจะพยายามจัดกลุ่มสิ่งที่รับรู้ไปยังประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้นในความจำของผู้เรียน ในขั้น Interpretive Stage ผู้เรียนจะสร้างความหมายในการทำงาน และสุดท้าย คือ ขั้น Re-creative Stage ผู้เรียนจะสร้างความหมายที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาที่ได้มองไปที่รูปภาพ (DeSantis and Housen, 2000; Housen, 1992) ซึ่งความรู้เดิมจะถูกนำมาใช้เพื่อสร้างการค้นพบใหม่เกี่ยวกับรูปนั้นๆ (Mnguni, 2014)

ตามขั้นตอนดังกล่าวของ DeSantis and Housen (2000) ผู้เรียนมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนจากขั้นตอนหนึ่งไปยังขั้นถัดไปซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น การได้รับความรู้และประสบการณ์ใหม่ โดยจะเป็นการพัฒนาที่ค่อยเป็นค่อยไปในวิธีการที่ผู้คนสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับรูปแบบภาพที่เป็นไปตามทฤษฎีของ Piaget เกี่ยวกับการพัฒนาทางปัญญาที่ได้กล่าวว่าการพัฒนาเป็นวิธีการและขั้นตอนอย่างเป็นเหตุเป็นผลที่เกิดขึ้นในขั้นต่างๆ ที่แตกต่างกัน (Feldman, 2004; James and Nelson, 1981) กระบวนการทั้งหมดได้รับอิทธิพลมาจากคุณภาพของประสบการณ์ทั้งทางกายภาพและสังคม ซึ่งขับเคลื่อนไปพร้อมๆ กับการรักษาสมดุล (Equilibrium) โดยการรักษาสมดุลเป็นความสมดุลระหว่างกระบวนการของการดูดซึมและการปรับโครงสร้าง (Assimilation and Accommodation) ซึ่งการดูดซึมเป็นการรับข้อมูลใหม่ไปยังโครงสร้างทางความคิดและการปรับโครงสร้างเป็นการสร้างโครงสร้างความรู้ใหม่ (New Schemata) หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างความรู้เดิม (Thompson, 1999)

CVM สามารถที่จะเข้าใจได้ด้วยทฤษฎี Constructivist และ Dual Coding ตามทฤษฎี Dual Coding ระบุว่าโครงสร้างทางปัญญาของมนุษย์มีกระบวนการทางความคิดอยู่ 2 ระบบ ก็คือ วาจาและภาพ ทฤษฎีนี้กล่าวว่าปัญญาของมนุษย์สามารถที่จะจัดการกับความรู้ทางวาจาหรือ

ภาษาศาสตร์และที่ไม่ใช่ทางวาจา ดังเช่น โครงสร้างความรู้ที่มีอยู่ในตัวบุคคลอยู่แล้ว (Wastelinck et al., 2005; Clark and Paivio, 1991) ทั้ง 2 ระบบนี้ทำงานร่วมกันเพื่อสร้างและบูรณาการรูปแบบเชิงภาพในใจ ซึ่งเกิดเป็นความจำและเก็บไว้ในหน่วยความจำระยะยาว (Clark and Paivio, 1991)

อย่างไรก็ตาม ทฤษฎี Limited Capacity ได้อธิบายว่าหน่วยความจำระยะสั้นมีความสามารถที่จำกัดในการรับข้อมูลและจัดการกับข้อมูล (Mayer and Anderson, 1992) ความสามารถที่จำกัดนี้ชี้ให้เห็นว่าถ้าช่องทางในการประมวลผลในเชิงภาพ (The Visual-pictorial Channel) กำลังประมวลผลข้อมูลเชิงภาพจำนวนมากเกินไป ก็จะเกิดความล้มเหลวในการบูรณาการข้อมูลอย่างถูกต้อง (Whelan, 2007; Mayer and Anderson, 1992) ผลจากการทำงานที่มากเกินไปนำไปสู่การมีความสามารถที่ไม่เพียงพอต่อการประมวลผลข้อมูลใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้การสร้างความรู้จากรูปแบบเชิงภาพในใจก็จะลดประสิทธิภาพลง ดังนั้น ประสิทธิภาพของ CVM ขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลที่ถูกนำเสนอในแต่ละช่องทางทางปัญญา (The Cognitive Channels) McClean et al. (2005) ได้เสนอหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนได้จดจำเกี่ยวกับเนื้อหาสาระในการศึกษาชีววิทยา ซึ่งจะถูกพัฒนาขึ้นเมื่อเนื้อหาดังกล่าวถูกนำเสนอผ่านการบรรยายควบคู่ไปกับภาพเคลื่อนไหว (Animations) และเมื่อภาพเคลื่อนไหวนำมาใช้เป็นกิจกรรมการศึกษารายบุคคล ซึ่งจากหลักฐานดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าภาพเคลื่อนไหวและการบรรยายได้ทำให้ผู้เรียนเกิดการประมวลผลข้อมูล โดยการใช้ทั้ง 2 ช่องทาง ก็คือ ช่องทางการรับรู้สื่อเชิงภาพและทางวาจา (Mayer, 2010) และจะเป็นการพัฒนาได้มากยิ่งขึ้นเมื่อผู้เรียนได้ทำงานกับภาพเคลื่อนไหวตามต้องการ แต่จะต้องแน่ใจว่าจะไม่ได้ใช้โครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนที่มากเกินไป (Mnguni, 2014)

Mnguni (2007) ได้กล่าวถึงตัวอย่างหนึ่งของ CVM ด้วยการใช้ตัวแทน (Represented) ที่มีลักษณะแตกต่างไปจากเดิม ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการจดจำ (ซึ่งก็คือ IVM) และการตีความรูปแบบเชิงภาพของกรอบแนวคิด โดยในการศึกษาพบว่าผู้เรียนยากที่จะจดจำกรตอะมิโนผ่านการวิเคราะห์รูปแบบเชิงภาพและบูรณาการความรู้เดิม เมื่อรูปแบบนั้นถูกวางด้วยทิศทางที่แตกต่างออกไปและนำเสนอด้วยสัญลักษณ์ที่ต่างจากเดิม จากตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นว่าการนิยามภาพไม่สามารถที่จะเกิดความเข้าใจได้อย่างโดดเด่น แต่จะต้องมีระดับของเนื้อหาที่เชื่อมโยงเข้าด้วยกัน

CVM เป็นกระบวนการทางปัญญาในการสร้างความรู้ใหม่จากตัวแทนภายนอก (External Representation) เกิดขึ้นเมื่อกระบวนการทางปัญญาในหน่วยความจำการทำงาน (Working Memory) ได้ทำการเลือกข้อมูลที่เกิดขึ้นจากความสนใจ ซึ่งความรู้เดิมจะถูกเรียกคืนมาจาก

หน่วยความจำระยะยาว (Long Term Memory) และบูรณาการเข้ากับข้อมูลใหม่หรือสารสนเทศใหม่ (New Information) เพื่อทำการสร้างความรู้ใหม่และในท้ายที่สุดความรู้ใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นก็จะถ่ายโอนไปยังหน่วยความจำระยะยาว ซึ่งความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นในหน่วยความจำการทำงานและถูกถ่ายโอนไปยังหน่วยความจำระยะยาวจะเป็นการทำงานผ่านกระบวนการเข้ารหัส (Encoding) (Mayer, 2008) ดังนั้น ในขั้น CVM จะเป็นการใช้รูปแบบเชิงภาพนอกที่สามารถสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนได้มากพอจนเกิดความสนใจใคร่รู้และสัมพันธ์ความรู้เดิมของผู้เรียน จนทำให้ผู้เรียนพยายามใช้กระบวนการทางความคิดและการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการแสวงหาความรู้ จนสามารถสร้างคิรวบยอดในเรื่องที่ศึกษาขึ้นมาใหม่ได้

Externalization of visual models (EVM)

การนิกภาพ (Visualization) เกี่ยวโยงกับ EVM ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงถึงรูปแบบเชิงภาพในใจ (เกิดขึ้นในความคิด) ดังเช่น EVM ในรูปแบบของการวาดภาพหรือการอธิบายด้วยวาจา โดย Rundgren et al. (2010) กล่าวว่า EVM ที่ถูกสร้างด้วยผู้เรียนนั้น สามารถจะแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ Macroscopic Level, the Microscopic Level และ Symbolic Level ในระดับ Macroscopic ผู้เรียนจะพยายามสร้างรูปแบบเชิงภาพของปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนได้มีประสบการณ์โดยตรงผ่านประสาทสัมผัสต่างๆ ส่วนระดับ Microscopic ผู้เรียนจะพยายามสร้างรูปแบบเชิงภาพของปรากฏการณ์ที่มีอยู่ในธรรมชาติของผู้เรียน แม้กระทั่งการคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตา นั้นหมายความว่าผู้เรียนอาจจะไม่ได้มีประสบการณ์ตรงกับปรากฏการณ์นั้นๆ และสุดท้ายระดับ Symbolic รูปแบบเชิงภาพจะถูกสร้างด้วยผู้เรียนเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นามธรรม เช่น โมเดลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถูกใช้เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์

Stokes (2002) ได้เสนอว่าผลที่ได้จากรูปแบบเชิงภาพ (EVM) เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนได้แสดงออกถึงรูปแบบเชิงภาพในใจไปยังรูปแบบเชิงภาพภายนอก และ West (1997) กล่าวว่า ผู้เรียนบางคนอาจจะพยายามสร้างรูปแบบในใจจากสิ่งภายนอกที่เกิดขึ้นในความคิดของผู้เรียน แม้ว่าอาจจะยากในการปฏิบัติ ซึ่งในกรณีอื่นๆ นั้น รูปแบบเชิงภาพในใจอาจจะแสดงออกมาในรูปแบบที่แตกต่างออกไป แต่ก็เป็สิ่งที่เกิดขึ้นมาจากความคิด เช่น ข้อความ ตัวเลขหรือวาจา เป็นต้น

การแสดงออกถึงรูปแบบที่เกิดขึ้นในใจ ดังเช่น รูปแบบเชิงภาพภายนอก (External Visual Models) ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ดังเช่น เรื่องของปัญญา ตัวอย่างเช่น เมื่อวาดแผนภาพ ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-kinesthetic Intelligence) จะเข้ามามีบทบาท ซึ่งเกี่ยวกับการ

ตัดสินใจถึงวิธีการในการเคลื่อนไหวทั้งมือและนิ้วต่างๆ เช่นเดียวกันกับ ปัญญาด้านตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Logical-Mathematical Intelligence) จะเข้ามามีบทบาทในการแสดงรูปแบบเชิงภาพในใจด้านตัวเลข ตลอดจนปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Visual-Spatial Intelligence) และปัญญาด้านภาษา (Linguistic Intelligence) ที่เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการแสดงออกเกี่ยวกับรูปแบบในใจเชิงภาพของรูปแบบด้านภาษา สรุปได้ว่า การที่ผู้เรียนจะแสดงออกถึงรูปแบบเชิงภาพในแบบต่างๆ ได้นั้น ผู้เรียนจะต้องใช้ความสามารถเป็นอย่างมากทั้งทางด้านกายภาพและความคิด (Mnguni, 2014)

ในการทดสอบเกี่ยวกับ EVM ของ Mnguni (2007) โดยเป็นการทดสอบผู้เรียนเกี่ยวกับกระบวนการทางชีวเคมีด้วยการแสดง EVM โดยการวาดภาพแสดงกระบวนการทางชีวเคมี ซึ่งผลการศึกษาที่ได้พบว่าผู้เรียนประมาณร้อยละ 58 ที่วาดภาพกระบวนการทางชีวเคมีแต่ไม่สามารถใช้ข้อมูลที่ผู้สอนจัดเตรียมมาใช้ในการสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการทางชีวเคมีได้ ดังนั้น จากการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงขั้น EVM ที่ไม่ได้ถูกทับซ้อนกับขั้นของ CVM ที่ผู้เรียนแสดงออกทางความคิดผ่านรูปแบบเชิงภาพที่ไม่ได้เกิดมาจากขั้น CVM โดยที่กระบวนการทางปัญญาไม่ได้มีการสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาใหม่หรือสร้างความคิดรวบยอดจากเรื่องที่ศึกษา ด้วยเหตุนี้เองขั้น EVM ที่ทับซ้อนกับขั้น CVM จึงเป็นการแสดงรูปแบบเชิงภาพภายนอกที่เป็นการแสดงออกทางความคิดที่เกิดขึ้นมาจากกระบวนการทางปัญญาในการสร้างความรู้ใหม่หรือความคิดรวบยอดจากสิ่งที่กำลังศึกษาได้อย่างถูกต้อง

1.3 การประยุกต์ใช้รูปแบบ IVM, CVM และ EVM

กระบวนการทางปัญญาของการนึกภาพ (The Cognitive Process of Visualization) เป็นสิ่งที่มีความซับซ้อน โดยมีหลักฐานว่าการนึกภาพ (Visualization) ไม่ได้เป็นกระบวนการตามขั้นตอนที่เปรียบเทียบเส้นตรง แต่เป็นการกระทำที่เกิดขึ้นโดยมีการเชื่อมโยงกันอย่างหลากหลาย ซึ่งเป็นผลมาจากความต้องการที่จะสร้างความรู้และเป็นที่ชัดเจนว่าสิ่งเหล่านี้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมที่ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างความรู้ใหม่ อย่างไรก็ตาม ครูผู้สอนจำเป็นต้องได้รับการแจ้งเตือนถึงความสำคัญและความซับซ้อนของการนึกภาพ เพื่อที่จะช่วยครูได้พัฒนาเครื่องมือต่างๆ ที่จะทำให้การเรียนรู้ที่ยากกลายเป็นเรื่องที่ยั่งยืนได้ โดยครูจะต้องสามารถระบุถึงทรัพยากรของการเรียนรู้ที่ยากและเกี่ยวข้องกับการนึกภาพ แล้วใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมเพื่อช่วยผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้นได้ โดยครูจะต้องเข้าใจความสำคัญของแต่ละขั้นตอนของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ (The

Theoretical Cognitive Process of Visualization) เพื่อที่จะสามารถออกแบบกลยุทธ์การสอนให้ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้ (Mnguni, 2014)

1. IVM ลักษณะที่แบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ กลาง และสูง ซึ่งสัมพันธ์กับความพยายามใช้ความคิดเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลเชิงภาพ ซึ่งความสำคัญก็คือทำให้เกิดความเข้าใจที่เพิ่มมากขึ้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 งานต่างๆ ด้านการนิภาพ (Visualization) ที่เกี่ยวข้องในแต่ละระดับจะต้องได้รับการระบุอย่างชัดเจนว่าการสอนและการเรียนรู้สามารถครอบคลุมการพัฒนาจากระดับต่ำไปยังระดับสูงและงานต่างๆ จะต้องบูรณาการที่สัมพันธ์กับความรู้ในเนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้

1.2 รูปแบบเชิงภาพจำเป็นต้องถูกแบ่งประเภทไปตามแต่ละระดับของ IVM ที่สัมพันธ์กับงานและบริบท

1.3 ความสามารถในการทำงานของนักเรียนกับรูปแบบเชิงภาพในแต่ละระดับจะต้องได้รับการตรวจสอบและจัดทำเป็นเอกสาร เพื่อที่จะแน่ใจได้ว่าผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้กับสื่อเชิงภาพได้อย่างเหมาะสมตามความสามารถในการพัฒนาของผู้เรียน (Zone of Proximal)

2. CVM มีความสัมพันธ์เป็นอย่างมากในการบูรณาการความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ผ่านกระบวนการทางความคิดที่หลากหลาย ดังเช่น กระบวนการทางความคิดในการจัดรูปแบบต่างๆ ที่สัมพันธ์กัน (Chunking) และการจัดการทางความคิด ซึ่งผลที่ได้จะทำให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้น โดยในการสอนจำเป็นต้องดำเนินการตามรายละเอียด ดังนี้

2.1 ผู้เรียนจะต้องมีทักษะต่างๆ ทางความคิดและความรู้เดิม (รวมถึงความเข้าใจคลาดเคลื่อน) ที่เกี่ยวข้องกับการนิภาพที่ต้องถูกตรวจสอบ เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ผ่านรูปแบบเชิงภาพ

2.2 รูปแบบการเรียนรู้เชิงภาพที่ผู้เรียนต้องการจะต้องนำมาพิจารณาระหว่างการพัฒนาหลักสูตรและการออกแบบการเรียนการสอน

2.3 กิจกรรมต่างๆ ที่สามารถช่วยผู้เรียนให้สร้างความรู้ได้ดียิ่งขึ้นด้วยการใช้รูปแบบเชิงภาพจำเป็นต้องมีการบูรณาการไปยังหลักสูตร

3. EVM คือ ประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับความสามารถของผู้เรียนที่จะสื่อสารความรู้จากหน่วยความจำระยะสั้นด้วยวิธีการของรูปแบบเชิงภาพทางปัญญาภายนอก (Externalizing Cognitive Visual Models) โดยสามารถส่งเสริมได้ ดังนี้

3.1 กำหนดความสามารถของผู้เรียนในการจำลองรูปแบบภาพภายนอก (Externalize Visual Models) เพื่อที่จะแนใจว่างานต่างๆ ที่ต้องการให้ผู้เรียนสร้างรูปแบบเชิงภาพ จะไม่เกินความสามารถของผู้เรียน

3.2 รวบรวมงานต่างๆ ในเชิงภาพไว้ในหลักสูตรเพื่อที่จะสามารถพัฒนาความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับการสื่อสารในเชิงภาพระดับต่างๆ ทั้ง Macro, Micro และ Symbolic

1.4 ทักษะต่างๆ ในการนิกภาพ

จากการศึกษาการรู้เรื่องในเชิงภาพของผู้เรียนในบริบทของรายวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์ของ Mnguni et al. (2016) และ Schönborn and Anderson (2009) ได้ชี้ให้เห็นว่าความสามารถของผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพในการตอบสนองต่อข้อคำถามต่างๆ ที่ใช้รูปแบบเชิงภาพ (Visual Models) จะขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญอย่างน้อย 3 ประการ ได้แก่ 1) ทักษะการนิกภาพของผู้เรียนที่นำมาใช้ในการสร้างการรับรู้เกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ 2) ความรู้ในเชิงมโนทัศน์เดิม (Prior Conceptual Knowledge) ของผู้เรียนที่นำมาใช้กับรูปแบบเชิงภาพ และ 3) การเลือกใช้ข้อมูลเชิงภาพต่างๆ (เช่น แผนภาพ ภาพเคลื่อนไหว ฯลฯ) ที่ผู้เรียนได้นำมาใช้เพื่อแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ได้รับการยอมรับว่าสามารถเป็นใช้เป็นตัวชี้วัดระดับการรู้เรื่องในเชิงภาพของผู้เรียนได้ ซึ่งตัวชี้วัดเหล่านี้ได้นำถูกนำมาประเมินและพัฒนาโดย Mnguni et al. (2016) เพื่อที่จะระบุให้เห็นถึงกลุ่มทักษะต่างๆ ของการนิกภาพ (Visualization Skills) ดังแสดงในตารางด้านล่าง

ตารางที่ 1 รายการทักษะต่างๆ ในการนิกภาพ (Visualization Skills) จาก Mnguni (2018)

ระยะการนิกภาพที่เป็นไปได้ (Possible Visualization Stage)	ทักษะต่างๆ ในการนิกภาพ (Visualization Skills)	คำนิยามทักษะต่างๆ ในการนิกภาพ (Visualization Skills Definition)
Internalization	การจำแนกประเภท	การจัดเรียงอย่างเป็นระบบหรือการจัดเรียงในรูปแบบที่สอดคล้องกัน
	การรับรู้เชิงลึก	การรับรู้ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่และระยะทางระหว่างวัตถุต่างๆ ในหลายมิติ
	การค้นหา	การค้นพบโดยมาจากการค้นหาหรือใช้ความพยายาม ซึ่งเป็นการค้นหาผ่านการสังเกตเพื่อตัดสินใจหรือระบุตำแหน่ง

ระยะการนึกภาพที่เป็นไปได้ (Possible Visualization Stage)	ทักษะต่างๆ ในการนึกภาพ (Visualization Skills)	คำนิยามทักษะต่างๆ ในการนึกภาพ (Visualization Skills Definition)
	การสนใจ	การมุ่งความสนใจในบางสิ่ง
	การรับรู้เบื้องหลัง	การรู้ถึงส่วนของรูปภาพที่อยู่เบื้องหลังวัตถุต่างๆ ที่แสดงอยู่เบื้องหน้า
	การรับรู้เรื่องสี	การรับรู้คุณลักษณะเชิงภาพของสิ่งต่างๆ ที่เป็นผลมาจากแสงหรือสีที่ใช้
	การรับรู้การเคลื่อนไหว	การเข้าใจการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับตำแหน่งในมิติพื้นที่และให้ความหมาย
	การรับรู้ความเร็วของวัตถุต่างๆ	การเข้าใจอัตราเร็วของการเคลื่อนไหวและให้ความหมาย
	การรับรู้องค์ประกอบ	การเข้าใจลักษณะภาพและความหมาย
Conceptualisation	การวิเคราะห์	การแยกส่วนไปยังองค์ประกอบต่างๆ หรือการสร้างความหมายให้หรือการอธิบายและวิเคราะห์หรือการสืบสอบในรายละเอียดแล้วนำสู่การวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ
	การเปรียบเทียบ	การวิเคราะห์และชี้ถึงความเหมือนหรือความแตกต่าง
	การวิจารณ์	การวิเคราะห์และตัดสินบางสิ่งบางอย่าง
	การจินตนาการ	การนึกภาพในใจของบางสิ่งที่ไม่ได้ถูกนำเสนอ
	การอธิบาย	การทำให้เข้าใจได้ด้วยการเพิ่มรายละเอียดต่างๆ หรือ การตัดสิน หรือ การนำเสนอเหตุผล
	การพินิจพิเคราะห์	การรับรู้ถึงความแตกต่าง
	การตัดสินใจ	การประเมินค่าหรือการตัดสินใจหลังจากได้พิจารณาแล้ว
	การหมั่นในใจ	การเคลื่อนที่ การจัดเรียง การปฏิบัติงานหรือการควบคุมทางความคิดและรับรู้ถึงลักษณะที่แตกต่างจากการหมั่นวัตถุไปยังทิศทางต่างๆ

ระยะการนึกภาพที่เป็นไปได้ (Possible Visualization Stage)	ทักษะต่างๆ ในการนึกภาพ (Visualization Skills)	คำนิยามทักษะต่างๆ ในการนึกภาพ (Visualization Skills Definition)
	การเรียกคืน	การคิดได้ผ่านการดึงข้อมูลจากหน่วยความจำ
Externalization	ความสมบูรณ์	การสร้างอย่างสมบูรณ์ โดยการใช้สิ่งที่จำเป็นทั้งหมดหรือองค์ประกอบต่างๆ ทั้งหมด
	การแสดงให้เห็นภาพ	เพื่อที่จะชี้แจงด้วยการใช้ตัวอย่างต่างๆ หรือการเปรียบเทียบแล้วใช้การวาดเขียนเพื่ออธิบาย
	การลงข้อสรุป	การสรุปโดยการใช้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้
	การสรุปความ	การให้แง่มุมต่างๆ เกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ หรือการสรุปคุณสมบัติหลัก
	การสร้าง	การสร้างรูปแบบที่แตกต่างผ่านศิลปะหรือความพยายามในการนึกคิด
	การใช้	เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ตามวัตถุประสงค์

2. ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking Skills)

2.1 นิยาม ความหมายของทักษะการคิดเชิงพื้นที่

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking) ไว้ว่า เป็นการระบุ การวิเคราะห์ และการทำความเข้าใจ ที่ตั้ง ขนาด แบบรูป และแนวโน้มของความสัมพันธ์เชิงภูมิศาสตร์กับเวลา ที่เกี่ยวข้องกันข้อมูล ปรัชญาการณ และประเด็นต่างๆ ทางภูมิศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560)

National Research Council (2006) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงพื้นที่ เป็นการรวมทักษะต่างๆ ทางความคิด โดยทักษะต่างๆ ประกอบด้วยรูปแบบการอธิบายและการรับรู้เกี่ยวกับความรู้ ซึ่งประเด็นสำคัญที่นำไปสู่การคิดเชิงพื้นที่ คือ การผสมผสานกับอย่างสร้างสรรค์ของ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ที่ต้องอาศัยความเข้าใจในเรื่องของตำแหน่ง ระยะทาง ทิศทาง รูปร่างและรูปแบบต่างๆ ภาพตัวแทน และกระบวนการของการใช้เหตุผล

กนก จันทรา (2561) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงพื้นที่เป็นการคิดที่ใช้ความรู้ภูมิศาสตร์ในการระบุ วิเคราะห์และทำความเข้าใจประเด็นเกี่ยวกับที่ตั้ง ทิศทาง มาตรการส่วน รูปแบบ พื้นที่และแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์กับเวลา

Wakabayashi and Ishikawa (2011) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงพื้นที่เป็นสิ่งที่ซับซ้อนและเป็นกระบวนการทางความคิดในระดับสูงที่ครอบคลุมความรู้ความเข้าใจที่นำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา แก้ไขปัญหาและการตัดสินใจ

Hegarty & Tarampi (2016) ได้ให้ความหมายว่า ทักษะการคิดเชิงพื้นที่เป็นสิ่งที่มากกว่ากระบวนการที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ แต่มีลักษณะที่เป็นการวางแผนหรือวางกลยุทธ์อย่างมีเป้าหมายและเกิดจากความตั้งใจ โดยใช้การนึกภาพเกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ในการวางแผนหรือเป็นการใช้ภาพตัวแทนที่ทำให้เกิดการคิดเกี่ยวกับมิติพื้นที่

ดังนั้น ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดที่มีการสร้างภาพตัวแทนในใจร่วมกับการใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่และกระบวนการใช้เหตุผล เพื่อนำไปสู่การวางแผน การแก้ไขปัญหา การตัดสินใจหรือสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์หรือสิ่งที่ศึกษา และสามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกในการสื่อสารทางความคิดกับบุคคลอื่นได้

2.2 องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่

องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ (National Research Council, 2006)

องค์ประกอบแรก คือ ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ (Concepts of Space) เป็นองค์ประกอบที่ทำให้ทักษะการคิดเชิงพื้นที่มีรูปแบบของการคิดที่แตกต่างออกไป โดยเป็นการเข้าใจความหมายของมิติพื้นที่ในเรื่องคุณสมบัติเชิงตำแหน่งวัตถุต่างๆ เช่น ในภาพตัวแทน 2 มิติ จะสามารถระบุเกี่ยวกับระยะทาง มุมและทิศทาง ซึ่งเป็นเป็นการเชื่อมโยงกันและทำให้เกิดความเข้าใจคุณสมบัติเชิงโครงสร้างของวัตถุในแง่ของขอบเขต ความหนาแน่น การกระจายตัว รูปร่าง รูปแบบและการจัดประเภท (Region) ส่วนภาพตัวแทนที่เป็น 3 มิติจะทำให้สามารถพิจารณาคุณสมบัติต่างๆ ทั้งความเอียง ความลาด จุดสูงและจุดต่ำได้ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงวัตถุที่อยู่ในมิติพื้นที่ เช่น การหมุนวัตถุหรือเปลี่ยนแปลงขนาดเชิงพื้นที่ (โดยการขยายหรือย่อส่วน) หรือการเปลี่ยนแปลงระยะทางและการเปลี่ยนมิติของพื้นที่ (จาก 3 มิติไปเป็น 2 มิติ) เป็นต้น ทำให้เห็นถึงโครงสร้างปัญหาต่างๆ จนเกิดการ

ค้นพบคำตอบและวิธีการแก้ไขปัญหาก็สามารถแสดงผลออกมาได้ ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่เป็นพื้นฐานในการสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่สามารถพบได้ในหลากหลายสาขาวิชา ดังเช่น ความสมมาตร ภาพสะท้อน ทิศทางและการหมุน เป็นต้น และความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่จะถูกปรับไว้อย่างเหมาะสม (Tailored) ในแต่ละแขนงวิชา (National Research Council, 2006) อาทิเช่น ในวิชาคณิตศาสตร์นั้น ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่จะเกี่ยวข้องในเรื่องของกราฟ เรขาคณิต มิติ เป็นต้น ในวิชาวิทยาศาสตร์จะเกี่ยวข้องเรื่องต่างๆ เช่น โครงสร้างโมเลกุล แผนภาพแบบจำลองต่างๆ ในทางวิศวกรรมจะเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงต่างๆ ที่ส่งผลต่อการออกแบบโครงสร้าง ในทางการแพทย์จะเกี่ยวข้องกับการดูภาพฉายจากเครื่องมือทางการแพทย์ เพื่อวิเคราะห์และตัดสินใจในกระบวนการผ่าตัด เป็นต้น (Newcombe, 2010) การอ่านค่าตำแหน่งในแกนต่างๆ ของแผนภาพในวิชาฟิสิกส์ การเข้าใจความสัมพันธ์กันระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ในตารางธาตุของวิชาเคมี การดูรูปร่างและตำแหน่งของเนื้องอกจากเครื่อง MRI ในทางการแพทย์ การเข้าใจคุณสมบัติเชิงพื้นที่ของการเปลี่ยนระบบพิกัดในวิชาแผนที่ เป็นต้น จากตัวอย่างดังกล่าวจะเป็นการระบุลักษณะเฉพาะของความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ในแขนงวิชาต่างๆ ที่ต้องรู้และเข้าใจจนทำให้เกิดทักษะในการตีความ ซึ่งเป็นส่วนของวิธีการต่างๆ ในการคิดเชิงพื้นที่และการปฏิบัติที่ทำให้เกิดความเชี่ยวชาญ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ในแขนงวิชาต่างๆ ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความซับซ้อน เช่น ในเรื่องเรขาคณิตจุดๆ หนึ่งเป็นตำแหน่งที่ไร้มิติ แต่ในวิชาภูมิศาสตร์นั้น จุดๆ หนึ่งที่อยู่ในพื้นที่จะเป็นสถานที่เฉพาะที่มีขนาดเล็กแต่มีขนาดพื้นที่ที่แน่นอน ดังนั้น ครูผู้สอนควรต้องระบุความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ที่สัมพันธ์กับแขนงวิชาเฉพาะ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่อาจจะมีความใกล้เคียงกันในหลายวิชา แต่ก็มีความแตกต่างกัน (National Research Council, 2006) โดย Marsh, Golledge, and Battersby (2007) ได้นิยามระดับของการคิดเชิงพื้นที่ไว้เป็นระดับต่างๆ ดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับ Concepts of Space จาก Marsh, Golledge, and Battersby (2007)

ระดับ	ชื่อระดับ	มโนทัศน์	ตัวอย่างการปฏิบัติ
1	เริ่มต้น	การระบุ ตำแหน่ง ขนาด เวลา	การระบุวัตถุต่างๆ ด้วยประเภท การรับรู้คุณลักษณะของสถานที่ การรู้ถึงความแตกต่างในเชิงปริมาณของสิ่งที่เกิดขึ้น การรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในเชิงพื้นที่และเวลา ฯลฯ
2	ง่าย	การจัดเรียง การกระจาย ระยะทาง การเรียงลำดับ	การวางแผนเส้นทางระหว่างจุดเริ่มต้นและเป้าหมาย การกำหนดข้อจำกัดเชิงพื้นที่ในธรรมชาติและ การสร้างสภาพแวดล้อม การรู้ถึงรูปแบบของสิ่งที่ปรากฏในเชิงพื้นที่ ฯลฯ
3	ยาก	การติดต่อกัน มุม การแบ่ง พิกัด รูปหลายเหลี่ยม	การรู้ถึงความใกล้เคียงในเชิงพื้นที่ การค้นหาสิ่งที่ใกล้เคียงที่สุดในเชิงพื้นที่ การพัฒนาภาษาและเครื่องมือต่างๆ ในการแสดงให้เห็นถึงทิศทางของสถานที่ ฯลฯ
4	เชิงซ้อน	แนวกันชน การเชื่อมโยงกัน การเป็นตัวแทน มาตราส่วน	การประเมินประเภทและจุดของการเชื่อมโยง การวัดความลาดเอียงระหว่างสิ่งที่เกิดขึ้นในระดับความสูงที่แตกต่างกัน การออกแบบจุดเชื่อมโยง ฯลฯ
5	ซับซ้อน	ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ การแก้ไขระบบเส้นโครงแผนที่ วัตถุเชิงพื้นที่ ภาพเสมือนจริง	การวัดระดับของสิ่งที่ใกล้เคียงกันระหว่างจุด เส้น และการกระจายเชิงพื้นที่ การตัดสินใจคุณค่าของสถานที่ การสร้างตัวแทนผิวโค้งลงบนกระดาษหรือวัตถุที่แบนราบ ฯลฯ

องค์ประกอบที่ 2 คือ ภาพตัวแทน (Representations) เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพของการคิดและเป็นสิ่งกระตุ้นในการให้เหตุผลที่มีความซับซ้อน ทักษะในการใช้และสร้างภาพตัวแทนเชิงพื้นที่เป็นศูนย์กลางของความเชี่ยวชาญในการคิดเชิงพื้นที่ (National Research Council, 2006; Tversky, 2005) เครื่องมือต่างๆ ของภาพตัวแทน เช่น แผนที่ รูปแบบ แผนภาพและกราฟต่างๆ ช่วยในการจัดการและเป็นการแสดงข้อมูลที่เป็นนามธรรมให้เกิดความเข้าใจได้มากขึ้น ทำให้เป็นรูปแบบที่ง่ายยิ่งขึ้นในการสื่อสาร (Mathewson, 1999; Tversky, 2005) ซึ่งหน้าที่ที่สำคัญของภาพตัวแทนเชิงพื้นที่นั้น เปรียบเสมือนเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการสื่อสารที่ไม่ใช่แค่เพียงในบริบทของชีวิตประจำวัน แต่ยังอยู่ในการทำงานของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกด้วย เช่น การใช้แผนภาพ

แผนที่ กราฟ ในการสรุปข้อมูลและช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกด้วย (Mathewson, 1999) อีกทั้ง Uttal (2000) ยังได้กล่าวว่า การใช้และการคิดเกี่ยวกับแผนที่อาจช่วยให้เด็กได้แนวคิดที่เป็นนามธรรมของมิติเชิงพื้นที่และความสามารถในการคิดที่เป็นระบบเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่อาจไม่ได้มีประสบการณ์โดยตรงกับเรื่องนั้น ซึ่งแผนที่อาจจะช่วยให้เด็กได้คิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงพื้นที่กับตำแหน่งที่ตั้งที่หลากหลายได้เช่นกัน

ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ใช้ภาพตัวแทนเพื่อช่วยในการจำ การเข้าใจ การใช้เหตุผลและการสื่อสารเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัตถุและความสัมพันธ์ของวัตถุที่อยู่ในมิติพื้นที่ วัตถุต่างๆ ที่อยู่ในมิติพื้นที่สามารถเป็นได้ทั้งสิ่งที่เป็นรูปธรรม (เช่น ถนน เมือง) หรือเป็นสิ่งที่ เป็นนามธรรม (เช่น เส้นกราฟต่างๆ) ซึ่งในกรณีที่เป็นวัตถุรูปธรรมจะเป็นวัตถุที่คงที่และอยู่ในพื้นฐานของประสบการณ์ของบุคคลที่สามารถคำนวณระยะทางและทิศทางได้ โดยใช้ลักษณะของแผนที่ทางความคิดที่เป็นภาพตัวแทนในใจ และทำให้สามารถคิดถึงระยะทางและทิศทางระหว่างสถานที่ต่างๆ ได้ ภาพตัวแทนสามารถเป็นสิ่งที่อยู่ในใจได้ ดังเช่น รูปภาพในใจเกี่ยวกับการทำงานของระบบรอกหรือเป็นภาพตัวแทนภายนอก เช่น การแสดงภาพตัดขวางภายในของอาคารที่สร้างขึ้นใหม่ เป็นต้น โดยรูปแบบต่างๆ ของภาพตัวแทนสามารถเป็นได้ทั้งแผนภาพเกี่ยวกับระบบรอกจนกระทั่งเป็นรูปภาพหรือภาพยนตร์เกี่ยวกับระบบรอกเส้นและน้ำหนักเสมือนจริงได้เช่นกัน โดยแผนภาพตัดขวางสามารถเป็นได้ในลักษณะที่เป็นแบบ 2 มิติเพื่อที่จะแสดงความลึกและเนื้อหา หรืออาจจะเป็นแผนภาพในมุมมองแบบ 3 มิติก็ได้เช่นกัน ซึ่งภาพตัวแทนจะถูกนำมาใช้กับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในแขนงวิชาต่างๆ ดังเช่น ภาพตัวแทนสิ่งก่อสร้างที่นำมาใช้ในการวางแผนต่างๆ เช่น แบบจำลอง 3 มิติของอาคารหรือภาพตัดขวาง เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบภาพในของอาคาร เป็นต้น (National Research Council, 2006)

องค์ประกอบสุดท้าย คือ กระบวนการใช้เหตุผล (Reasoning Processes) ได้รวมถึงการคิดในระดับต่ำ เช่น การจำ และการนิยาม ตลอดจนการคิดในระดับสูง เช่น การประเมิน การสังเคราะห์ และการสร้างข้อสรุป (Jo and Bednarz, 2009) กระบวนการในการใช้เหตุผลจะเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อเจอคำถามต่างๆ เช่น จะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเพิ่มน้ำหนักไปที่ส่วนหนึ่งของระบบรอกหรือถ้าเอาน้ำหนักออกจากระบบรอกแค่ส่วนหนึ่งจะมีผลอย่างไรหรือถ้าสายรอกขาดจะเป็นอย่างไร? ซึ่งอาจจะเป็นการถามว่าส่วนต่างๆ จะมีการเคลื่อนที่อย่างไรและตำแหน่งสมดุลคืออะไร หรือในกรณีอื่นๆ (National Research Council, 2006) กระบวนการใช้เหตุผลไม่ใช่เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นอัตโนมัติ แต่มีลักษณะที่เป็นกลยุทธ์หรือการวางแผนอย่างมีเป้าหมายและเกิดจากความตั้งใจ และเป็นลักษณะของ

การวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่ซับซ้อนและเป็นกระบวนการทางความคิดในระดับสูงที่มีช่วงห่างตั้งแต่เหตุผลอย่างง่ายและบูรณาการความรู้ไปจนถึงการแก้ไขปัญหาและการตัดสินใจ (Wakabayashi and Ishikawa, 2011) และเป็นกระบวนการที่ทำให้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่และภาพตัวแทนถูกนำมาผสมผสานเพื่อแก้ไขปัญหาและสร้างการตัดสินใจผ่านการวิเคราะห์ จำแนกประเภท สร้างสมมติฐาน สร้างข้อสรุปและการประเมิน ซึ่งเป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดเชิงพื้นที่และทักษะการเรียนรู้ในการใช้เครื่องมือต่างๆ ของภาพตัวแทนในการสร้างความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์และการสื่อสารข้อมูล เพื่อใช้กระบวนการทางความคิดขั้นสูงในการแก้ไขปัญหาและสร้างการตัดสินใจด้วยความรู้และทักษะดังกล่าว (National Research Council, 2006)

2.3 ลักษณะของบุคคลที่มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่

การรู้คิดเชิงพื้นที่ (Spatial Cognition) เกี่ยวข้องกับการที่ผู้คนได้รับ จัดการและใช้ความรู้เชิงพื้นที่อย่างไร ซึ่งบางครั้งนักวิจัยจะสร้างความแตกต่างระหว่างการรู้คิดเชิงพื้นที่และทักษะการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking Skill) โดยทักษะการคิดเชิงพื้นที่ถูกพิจารณาว่าเป็นสิ่งที่มีความซับซ้อนมากกว่าและเกี่ยวข้องกับกระบวนการหลายขั้นตอนเพื่อที่จะแก้ไขปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ทักษะการคิดเชิงพื้นที่เป็นสิ่งที่ไกลกว่ากระบวนการที่เป็นอัตโนมัติและเป็นทั้งกลยุทธ์ เป้าหมายและความตั้งใจ เช่น การรู้คิดเชิงพื้นที่อาจจะรวมถึงการปรับข้อมูลโดยอัตโนมัติเกี่ยวกับที่ตั้งเหมือนกับการที่ทราบเส้นทางจากที่ทำงานไปยังบ้าน เส้นทางใดที่เดินทางได้เร็วที่สุดหรือดีที่สุด ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติจากการรับรู้สภาพแวดล้อมและเกิดการปรับการรู้คิดเชิงพื้นที่ได้อย่างอัตโนมัติ แต่เมื่อใดที่เส้นทางนั้นมีการปิดกั้นถนน แล้วจะต้องเริ่มมีการวางแผนเส้นทางใหม่ เมื่อนั้นจะเป็นการใช้กระบวนการของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking Skill) เป็นต้น (Hegarty & Tarampi, 2016) ผู้เรียนที่มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่แล้ว คือ ผู้ที่ได้รับการพัฒนาอย่างเหมาะสมทั้งระดับความรู้เชิงพื้นที่ (Spatial Knowledge) มีทักษะต่างๆ ในวิธีการคิดเชิงพื้นที่และการปฏิบัติ โดยมีรายละเอียด ดังนี้ คือ

- 1) รู้ว่าที่ไหน เมื่อไหร่ และทำไมจึงต้องคิดในเชิงพื้นที่
- 2) มีความรู้ที่กว้างและลึกเกี่ยวกับแนวคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Concepts) และภาพตัวแทนเชิงพื้นที่ (Spatial Representations) อีกทั้งยังสามารถให้เหตุผลในเชิงพื้นที่ (Spatial Reasoning) โดยใช้วิธีการคิดและการปฏิบัติที่หลากหลาย ตลอดจนได้รับการพัฒนาความสามารถเชิงพื้นที่ (Spatial Capabilities) ในการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีในการสนับสนุน

3) สามารถประเมินคุณภาพของข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ทั้งความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลและแหล่งข้อมูล ซึ่งจะทำให้สามารถใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ในการสร้างความชัดเจนและสนับสนุนการให้เหตุผลในการแก้ไขปัญหาและตอบคำถามต่างๆ (National Research Council, 2006)

2.4 การวัดและประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่

ทักษะการคิดเชิงพื้นที่เป็นการผสมผสานกันขององค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ (Concepts of Space) 2) ด้านภาพตัวแทน (Representation) และ 3) ด้านกระบวนการใช้เหตุผล (Reasoning Processes) (National Research Council, 2006) ในการประเมินองค์ประกอบต่างๆ ของทักษะการคิดเชิงพื้นที่เป็นการประเมินตาม Taxonomy ของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่พัฒนาขึ้นมาโดย Jo and Bednarz (2009) ซึ่ง Taxonomy นี้ได้นิยามโครงสร้างของระดับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ออกเป็น 3 ด้านตามองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่และได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้เพื่อประเมินข้อคำถามในหนังสือเรียนวิชาภูมิศาสตร์มาแล้ว โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับ Taxonomy of Spatial Thinking ดังนี้

Taxonomy ได้มีการนิยามว่าเป็น "ระบบหนึ่งของจัดหมวดหมู่และแนวคิดพื้นฐาน" (Good, 1973) Taxonomy ของวัตถุประสงค์เชิงการศึกษา ได้ถูกนิยามว่าเป็น "การจัดหมวดหมู่อย่างหนึ่งของผลลัพธ์ทางการศึกษา" (Bloom et al., 1956) และนำมาพิจารณาเป็นกรอบสำหรับการจัดประเภทเกี่ยวกับสิ่งที่คาดหวังหรือมีเจตนาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เปรียบเสมือนผลของการจัดการเรียนการสอน (Krathwohl, 2002) ซึ่ง Taxonomy เกี่ยวกับกระบวนการทางความคิดเป็นสิ่งที่น่าสนใจ เพราะวัตถุประสงค์อย่างหนึ่ง คือ เพื่อออกแบบกรอบสำหรับการสอนและการเรียนรู้การคิดเชิงพื้นที่ เนื่องจากทักษะทางความคิดเป็นพลังที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะบูรณาการความรู้เกี่ยวกับมิติทางพื้นที่ เครื่องมือของภาพตัวแทน และกระบวนการให้เหตุผล (Jo, 2007)

Bloom (1956) ได้ชี้ให้เห็นว่า Taxonomy ไม่ได้เพียงแค่ช่วยครูและนักพัฒนาหลักสูตรในการเปรียบเทียบเป้าหมายของหลักสูตรในปัจจุบันกับช่วงของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ ตลอดจนการวางแผนประสบการณ์การเรียนรู้และการเตรียมอุปกรณ์ในการประเมิน แต่ยังเป็นการช่วยนักวิจัยเสมือนเป็นเกณฑ์สำหรับการดูกระบวนการทางการศึกษาและวิเคราะห์การทำหน้าที่ของการศึกษาอีกด้วย ดังนั้น Taxonomy ของการคิดเชิงพื้นที่จะช่วยเป็นแนวทางให้กับครูในการนำการคิดเชิงพื้นที่ไปสู่แนวทางการจัดเรียนการสอนและการประเมิน ตลอดจนเป็นกรอบอย่างหนึ่งในการประเมิน

กิจกรรมทางการศึกษาในปัจจุบันและสื่อต่างๆ (เช่น หนังสือและตำราเรียน) ให้กับนักวิจัยด้วย (Jo, 2007)

3 ประเภทหลักของ Spatial Thinking Taxonomy ได้มาจากคำนิยามเกี่ยวกับ Spatial Thinking ดังนี้ "Spatial Thinking เป็นการรวมกันอย่างสร้างสรรค์ของ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ 2) ภาพตัวแทน และ 3) กระบวนการใช้เหตุผล (National Research Council, 2006) ซึ่งการคิดเชิงพื้นที่เป็นสมรรถนะที่เชื่อมโยงกันอย่างกว้างๆ ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ค่อนข้างมากกว่าความสามารถเกี่ยวกับการหมุนในจิตใจและการรับรู้เชิงพื้นที่ ซึ่งเป็นกรอบความสามารถในการทดสอบทางจิตวิทยาเป็นส่วนใหญ่ จากคำนิยามดังกล่าวได้ทำให้เกิดวิธีการอย่างเป็นระบบในการสอนและการเรียนรู้ที่จะคิดในเชิงพื้นที่ โดยการแบ่งกระบวนการที่ซับซ้อนของการคิดเชิงพื้นที่ให้ชัดเจนยิ่งขึ้นและเป็นสมรรถนะที่เป็นรูปธรรมในการเข้าใจแนวคิดเชิงพื้นที่ การใช้เครื่องมือภาพตัวแทนและการให้เหตุผล ซึ่งผลที่ได้ก็คือ 3 ประเภทหลักของ Spatial Thinking Taxonomy ที่มีการระบุเกี่ยวกับ Concept, Representation และ Cognitive Process โดยมีรายละเอียดของแต่ละประเภท ดังนี้ (Jo, 2007)

ประเภทแรก : Concept

การคิดเชิงพื้นที่เริ่มต้นด้วยโครงสร้างข้อมูลที่ใช้แนวคิดเชิงพื้นที่และความเข้าใจเชิงพื้นที่เกี่ยวกับโครงสร้างข้อมูล (National Research Council, 2006) Taxonomy ของการคิดเชิงพื้นที่จะช่วยในการสนับสนุนเกี่ยวกับการตั้งเกณฑ์ในการประเมินแนวคิดเชิงพื้นที่ ดังนั้น ควรจะแยกสิ่งที่เป็นแนวคิดเชิงพื้นที่ออกจากสิ่งที่ไม่ใช่แนวคิดเชิงพื้นที่เสียก่อน ซึ่งจะทำให้มี 2 ประเภทย่อย คือ แนวคิดที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่ และแนวคิดเชิงพื้นที่

นอกจากนี้ Taxonomy ของการคิดเชิงพื้นที่จะสามารถช่วยแบ่งประเภทของแนวคิดเชิงพื้นที่ที่หลากหลายไปในวิธีที่เหมาะสม ซึ่งจากแนวคิดดั้งเดิมของ Golledge (1995; 2002) ได้มีการระบุถึงเรื่องเวลา แต่ Jo (2007) ได้ไม่ได้นำเรื่องของเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องกับ Taxonomy ด้วยเหตุผล 2 ข้อ คือ ประการแรก เวลาไม่ใช่สิ่งที่เป็นเชิงพื้นที่โดยธรรมชาติ แต่ยอมรับว่าแนวคิดเชิงพื้นที่ขั้นสูงมากมายมีความเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของพื้นที่และเวลา (เช่น การแพร่กระจาย) ประการที่สอง การใช้แนวคิดเกี่ยวกับเวลาเป็นแนวคิดเชิงพื้นที่ที่เป็นอิสระ ซึ่งจะเป็นเหตุให้เกิดคำถามในตำราเรียนมากเกินไป ตัวอย่างเช่น คำถามหนึ่งในตำราภูมิศาสตร์ได้ถามว่า "เมื่อไหร่บางอย่างจะเกิดขึ้น" ("When did something happen?") ซึ่งคำถามเหล่านี้มีส่วนน้อยมาก

ที่ได้ใช้การคิดเชิงพื้นที่ แต่จะถูกนำมาใช้ระบุเป็นคำถามเกี่ยวกับแนวคิดเชิงพื้นที่ทันที ถ้าเวลาได้ถูกรวมเข้ามาในประเภทของแนวคิดเชิงพื้นที่ ดังนั้น เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว เวลาจึงถูกยกเว้นที่จะนำเข้ามาพิจารณา

การแบ่งประเภทของแนวคิดเชิงพื้นที่ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ Spatial Primitives, Simple-spatial, and Complex-spatial เป็นการดำเนินการตามแนวคิดของ Golledge (1995; 2002) โดย Spatial Primitives มีลักษณะที่เป็นพื้นฐานและเป็นคุณลักษณะพื้นฐานของการดำรงอยู่ในพื้นที่ เช่น การระบุสถานที่เฉพาะ ตำแหน่ง และขนาด เป็นต้น ส่วน Simple-spatial เป็นแนวคิดที่เป็นการจัดกลุ่มของ Spatial Primitives (เช่น ระยะระยะทาง คือ ระยะห่างระหว่างตำแหน่ง) และ Complex-spatial Concepts ได้มาจากการจัดกลุ่มของ Simple-spatial Concepts (เช่น เรื่องเครือข่าย คือ กลุ่มของการเชื่อมโยงทางที่ตั้ง) หรือมาจากการผสมผสานของแนวคิด Spatial Primitives และ Simple-spatial (เช่น เรื่องลำดับชั้น คือ การผสมผสานเกี่ยวกับตำแหน่งและขนาดที่มีความเชื่อมโยงกัน)

ตารางที่ 3 รายละเอียด Taxonomy ขององค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ จาก Golledge (1995; 2002)

ประเภท	ตัวอย่างมโนทัศน์
ไม่ใช่เชิงพื้นที่	ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ ประชากร การก่อการร้าย ฯลฯ
เชิงพื้นที่เริ่มต้น	การระบุสถานที่เฉพาะ สถานที่ ขนาด
เชิงพื้นที่อย่างง่าย	ระยะทาง ทิศทาง การเชื่อมโยงกัน การเคลื่อนย้าย การเปลี่ยนผ่าน พรหมแดน รูปร่าง การจัดหมวดหมู่ การจัดเรียง ที่อยู่ติดกัน กรอบอ้างอิง การล้อมรอบ
เชิงพื้นที่ซับซ้อน	การกระจาย รูปแบบ การกระจุกตัวและการกระจายตัว ความหนาแน่น การแพร่กระจาย ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ลำดับชั้นและโครงข่าย การทับซ้อน มาตราส่วน แนวกันชน เส้นโครงแผนที่

ประเภทที่ 2 : Representation

การใช้ภาพตัวแทน ดังเช่น แผนที่ กราฟ แผนภาพ และแผนภูมิ เป็นพื้นฐานในการคิดเชิงพื้นที่ ดังนั้น ควรจะยอมรับว่าการใช้ภาพตัวแทนนั้น เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการสอนและ

การเรียนรู้การคิดเชิงพื้นที่ ดังนั้น สามารถประเมินการคิดเชิงพื้นที่ได้จากสื่อการเรียนการสอนหรือกิจกรรมตามที่ได้สนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีการใช้เครื่องมือต่างๆ ของภาพตัวแทน ซึ่งมีการแบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อย คือ ไม่มีการใช้ภาพตัวแทนและการใช้ภาพตัวแทน

ในขณะที่เรื่องของแนวคิดต่างๆ ในเชิงพื้นที่สามารถจัดประเภทในเชิงทฤษฎีที่มีรายละเอียดมากมายด้วยความซับซ้อนและสิ่งที่เป็นนามธรรม แต่ไม่ใช้ในกรณีของการจัดประเภทด้วยเครื่องมือต่างๆ ที่เป็นภาพตัวแทน ซึ่งไม่มีกรอบที่ถูกพัฒนาขึ้นในการแบ่งประเภทภาพตัวแทนในส่วนต่างๆ ที่มีความซับซ้อนและดูเหมือนจะเป็นไปไม่ได้หรือไม่มีความหมายที่จะทำเช่นนั้น เนื่องจากเป็นสิ่งที่ยากและมีความซับซ้อนเกี่ยวกับกิจกรรมที่ภาพตัวแทนที่ขึ้นอยู่กับบริบทในการเรียนรู้ นั่นคือประเภทของแนวคิดและกระบวนการทางปัญญาถูกนำมาเกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมมากกว่าประเภทหรือลักษณะของภาพตัวแทนที่นำมาใช้ ดังนั้น จึงมีเพียง 2 ประเภทย่อยที่ถูกระบุใน Taxonomy ของภาพตัวแทน ได้แก่ การใช้ภาพตัวแทนและการไม่ใช้ภาพตัวแทน

ประเภทที่ 3 : Cognitive Process

หลักของการให้เหตุผล คือ การไปได้ไกลเกินกว่าสิ่งที่ข้อมูลได้ให้มา (Bruner, 1973) การให้เหตุผลจำเป็นต้องมีระดับของกระบวนการทางความคิดในระดับที่สูง ซึ่งแตกต่างจากการดึงข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง taxonomy ของการคิดเชิงพื้นที่นั้น ควรจะสามารถช่วยแยกกระบวนการทางความคิดที่สัมพันธ์กับการคิดในระดับสูงออกจากสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องต่างๆ ได้

กระบวนการทางความคิดได้ถูกระบุอยู่ใน 7 Taxonomy เกี่ยวกับทักษะการคิดทั่วไปและมี 2 Taxonomy เกี่ยวกับทักษะการคิดขั้นสูง ซึ่งทักษะการคิดต่างๆ ได้ถูกแบ่งเป็น 3 ระดับที่แตกต่างกัน โดยอยู่บนฐานของคำนิยามและคำอธิบายของแต่ละ Cognitive Domain ตลอดจนการจัดลำดับชั้นใน Taxonomy แม้จะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยในเรื่องของคำที่ใช้ โดย Taxonomy ส่วนใหญ่จะระบุถึงกระบวนการทางความคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งเหมือนกับระดับความจำที่เป็นระดับต่ำที่สุดของการคิด โดยปกติทั่วไปแล้วกระบวนการทางความคิดจะเป็นเหมือนการประเมินและการสร้างสรรค์ที่ถูกพิจารณาถึงระดับของการคิดที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรม ดังนั้น กระบวนการทางความคิดเป็นเหมือนการวิเคราะห์ การอนุมาน (Inferring) และการประยุกต์ใช้ ที่ถูกนำมาพิจารณาการคิดในระดับสูง แต่ค่อนข้างง่ายกว่ากระบวนการทางความคิด เช่น การประเมิน การสร้างสรรค์ และการลงข้อสรุป

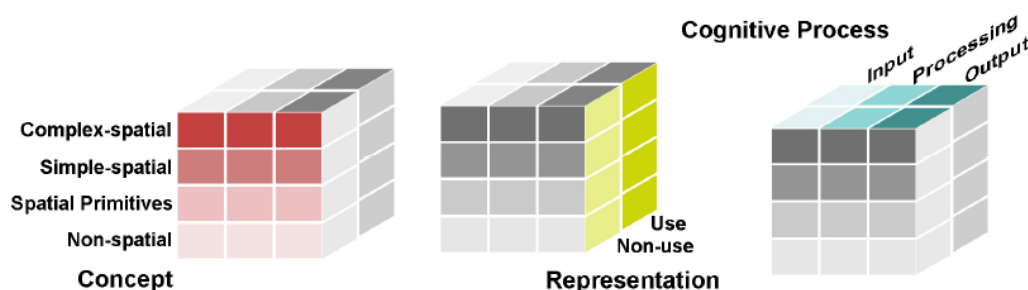
ความหลากหลายของกระบวนการทางความคิดถูกจัดประเภทเป็น 3 กลุ่มด้วยระดับของความซับซ้อน โดย "ระดับการนำเข้า" (Input Level) หมายถึง กระบวนการทางความคิดที่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมข้อมูลจากความรู้สึกรวมทั้งการรับรู้หรือการเรียกข้อมูลจากประสบการณ์หรือความทรงจำ กระบวนการทางความคิดระดับการนำเข้าได้รวมถึงการเรียกคืน การนิยาม การระบุ และการทำรายการข้อมูล หากพิจารณาคำนิยามของ Bruner เกี่ยวกับการให้เหตุผลที่ว่า "การไปได้ไกลเกินกว่าสิ่งที่ข้อมูลได้ให้มา" ดังนั้น กระบวนการทางความคิดระดับนำเข้าอาจจะไม่ใช่การอธิบายเกี่ยวกับเหตุผล แม้ว่าจะให้พื้นฐานที่จะได้รับความรู้ที่จำเป็นสำหรับการให้เหตุผลที่เกิดขึ้นก็ตาม ส่วนระดับกระบวนการนั้น ผู้เรียนจะมีการวิเคราะห์ การจัดประเภท การอธิบาย หรือการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับมาในระดับนำเข้า ซึ่งนี่เป็นประเภทของความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลตั้งแต่ที่ต้องสร้างความรู้สึกลึกคิดเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลและไปได้ไกลเกินกว่าข้อมูล ส่วนระดับผลผลิตนั้น เป็นการทำให้เกิดความรู้หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ผ่านการประเมิน การลงข้อสรุป และการสร้างสรรค์จากข้อมูลที่ได้รับมาจาก 2 ระดับแรก กระบวนการทางความคิดเหล่านี้เป็นกระบวนการที่มีความจำเป็นของการให้เหตุผลและถูกนำมาพิจารณาถึงความยากในระดับสูงสุด ตลอดจนมีความซับซ้อนที่สุดเช่นกัน (ดังแสดงรายละเอียดในตารางด้านล่าง)

ตารางที่ 4 รายละเอียด Taxonomies ขององค์ประกอบด้านกระบวนการใช้เหตุผล จาก Jo (2007)

ประเภท	ลักษณะเฉพาะของกิจกรรม	ความเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางปัญญา
นำเข้า	การรวบรวมและระลึกถึงข้อมูล	การบอกชื่อ การนิยาม การระบุ การจดจำ การสังเกต การอธิบาย การเลือก การนับ การจับคู่
กระบวนการ	การสร้างการรับรู้เกี่ยวกับการรวบรวมข้อมูล	การสังเคราะห์ การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ การจัดประเภท การเรียงลำดับ การทดลอง การสร้างข้อสรุป ความคล้อยคลึง
ผลผลิต	การประยุกต์และประเมินการปฏิบัติในสถานการณ์ที่กำหนด	การประเมินค่า การตัดสินใจ การคาดการณ์ การวางแผน การสร้างสรรค์ การออกแบบ การตั้งสมมติฐาน การจินตนาการ การสรุปเป็นหลักการ การสร้างแบบจำลอง การประยุกต์ใช้หลักการ

Taxonomy ของการคิดเชิงพื้นที่เป็นสิ่งที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินคำถามในตำราที่ถูกสร้างขึ้น โดยมี 3 ประเภทหลักและยังมีประเภทย่อยๆ ของแต่ละประเภทหลักดังกล่าว ซึ่งจะเห็นเป็นลูกบาศก์ 4x3x2 และในแต่ละด้านจะเป็นประเภทหลักของ Taxonomy ได้แก่ Concept, Representation และ Cognitive process โดยแต่ละประเภทหลักจะมีสีที่แตกต่างกัน (Concept: red; Representation; yellow; Cognitive process; blue) ส่วนประเภทย่อยของแต่ละประเภทหลักจะมีความแตกต่างกันด้วยมุมที่หลากหลายและเรียงตามลำดับสี

แผนภาพที่ 2 แสดงรายละเอียดในแต่ละด้านของ Taxonomy จาก Jo (2007)

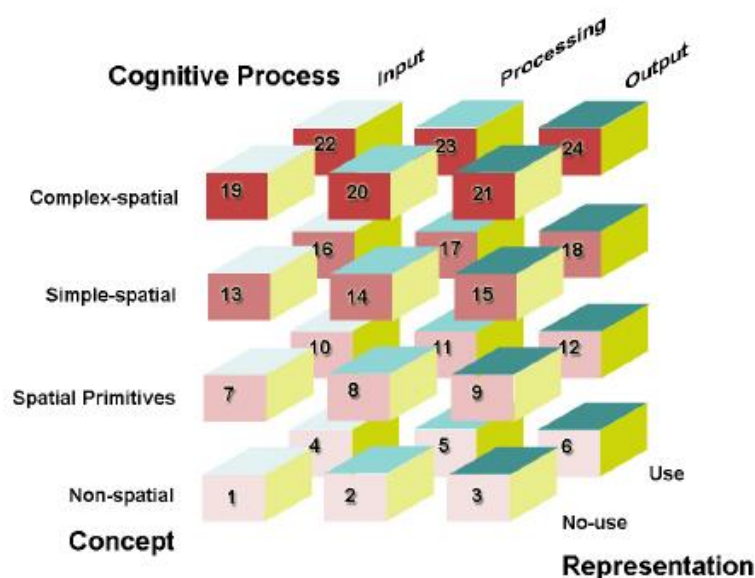


การคิดเชิงพื้นที่ของแต่ละคำถามจะถูกทดสอบไปตามองค์ประกอบของการคิดเชิงพื้นที่และเป็นสิ่งจำเป็นในการตอบคำถาม ดังนั้น ทุกคำถามจะถูกเข้ารหัสตามประเภทย่อยของ Taxonomy ที่ถูกพัฒนาขึ้น เช่น ตัวอย่างของคำถามที่ยกมาเป็นคำถามที่ต้องใช้ในส่วน of ความรู้ ซึ่ง "fishery" ในคำถามจะอยู่ในกรณีที่ไม่ใช่แนวคิดเชิงพื้นที่ อีกทั้งคำถามก็ไม่ได้เป็นคำถามที่ต้องใช้ภาพตัวแทนในการนำเสนอ แต่ในส่วนของการกระบวนการทางความคิดอาจจะอยู่ในส่วนของ Input เพราะการตอบคำถามจำเป็นต้องใช้คำนิยามหรือในส่วนของความหมายในการเติมประโยคให้สมบูรณ์

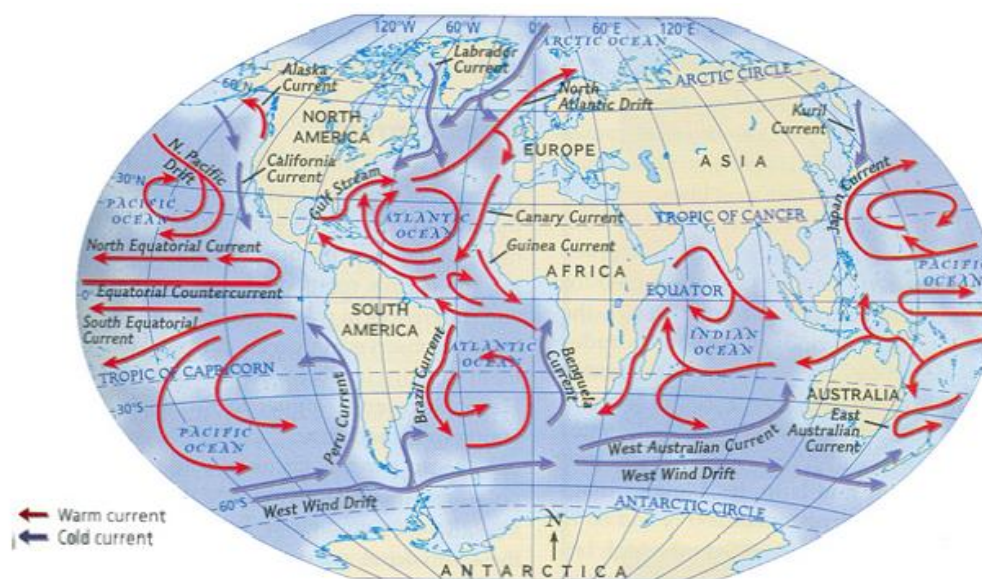
Taxonomy ถูกแยกออกเป็นส่วนย่อยๆ 24 ชั้น ซึ่งแต่ละชั้นจะมีสีที่แสดงถึงการผสมผสานกันของแต่ละประเภทหลัก ได้แก่ Concept, Representation และ Cognitive Process โดยตัวเลขจะถูกกำหนดขึ้นในแต่ละเซลล์เพื่อให้สะดวกในการอ้างอิง ดังนั้น ทุกคำถามจะถูกจัดประเภทไปยังชั้นหนึ่งชั้นใดใน 24 ชั้นที่ถูกแบ่ง เช่น คำถามที่ผู้เรียนจะต้องรู้ถึงแนวคิดของ "ที่ตั้ง" และมีการใช้ "แผนที่" ตลอดจนการระลึกได้หรือจำได้ ซึ่งจะถูกจัดประเภทคำตอบทั้งหมดนี้ไปยังชั้นที่ 10 หรือในกรณีที่คำถามที่ผู้เรียนต้องเข้าใจในแนวคิดเกี่ยวกับ "การซ้อนทับ" และใช้ "แผนที่" ที่หลากหลาย ตลอดจน "การประเมินค่า" คำตอบดังกล่าวก็จะถูกจัดไปอยู่ในชั้นที่ 24 เป็นต้น

จากภาพด้านล่าง ขั้นที่ 1 จะไม่มีความเกี่ยวข้องใดๆ กับการคิดเชิงพื้นที่ ในขณะที่ขั้นที่ 24 จะเป็นการคิดเชิงพื้นที่ในระดับที่มีความซับซ้อน ส่วนขั้นที่ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 19, 20, 21 รวมทั้งขั้นที่ 1 จะไม่ได้เป็นการใช้ความสามารถทั้ง 3 องค์ประกอบ ส่วนขั้นที่ 10, 11 และ 16 จะมีการใช้ความสามารถทั้ง 3 องค์ประกอบ แต่เป็นการคิดเชิงพื้นที่ในระดับที่ง่ายที่สุด (Simplest Level) ที่มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดเชิงพื้นที่ที่ง่ายและใช้กระบวนการทางความคิดในระดับต่ำ ขั้นที่ 12, 17 และ 22 จะเป็นการคิดเชิงพื้นที่ในระดับที่สูงกว่าขั้นที่ 10, 11 และ 16 แต่ต่ำกว่าขั้นที่ 18, 23 และ 24 ซึ่งขั้นที่ 18, 23 และ 24 จะเป็นการคิดเชิงพื้นที่ที่มีความซับซ้อนสูงที่สุดและเป็นนามธรรม อีกทั้งต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดเชิงพื้นที่ที่ซับซ้อน ตลอดจนมีการใช้กระบวนการทางความคิดในระดับที่สูงอีกด้วย

แผนภาพที่ 3 แสดงข้อมูลระดับความสามารถใน Taxonomy จาก Jo (2007)



แผนภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างการใช้ Taxonomy of Spatial Thinking จาก Jo (2007)



จากแผนที่ดังกล่าว ถ้าเรากำลังนั่งเรือที่กำลังแล่นจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออกในบริเวณเส้นศูนย์สูตร อยากทราบว่า จะเกิดอะไรขึ้นถ้าเรานั่งเรือผ่านเข้าไปในช่วงลองจิจูดที่ 120 องศาตะวันตก?

Concept	Representation	Cognitive Process
0 1 2 3	0 1	1 2 3

CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำอธิบายรหัส :

1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่หรือไม่?

(ถ้าไม่ใช่ = 0, ถ้าใช่เป็นการใช้ในระดับใด Primitive = 1, Simple-spatial = 2, Complex-spatial = 3)

2. คำถามดังกล่าวเป็นการถามเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้หรือสร้างภาพตัวแทนเพื่อตอบคำถามหรือไม่?

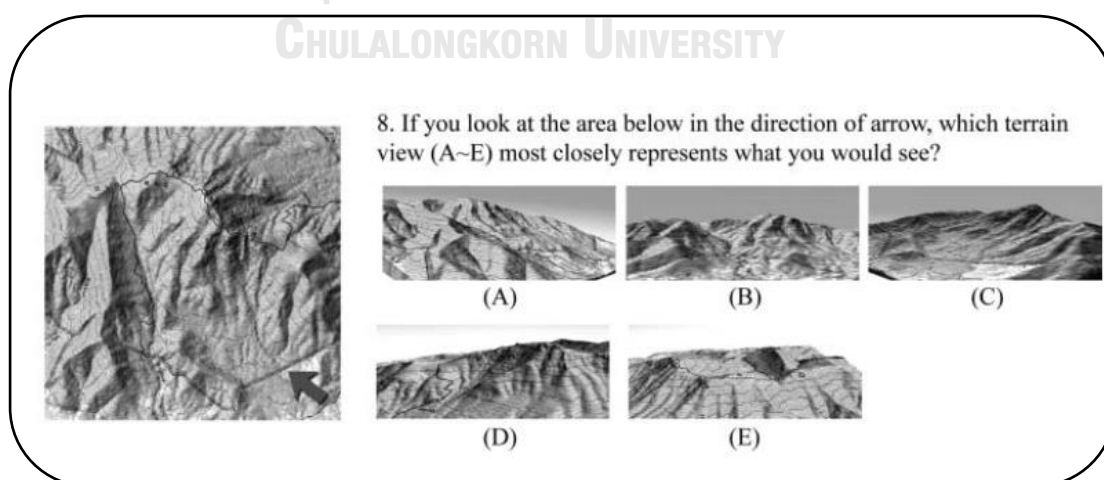
(0 = ไม่ใช่, 1 = ใช่)

3. คำถามดังกล่าวจำเป็นต้องใช้กระบวนการใช้เหตุผลในระดับใด?

(Input = 1, Processing = 2, Output = 3)

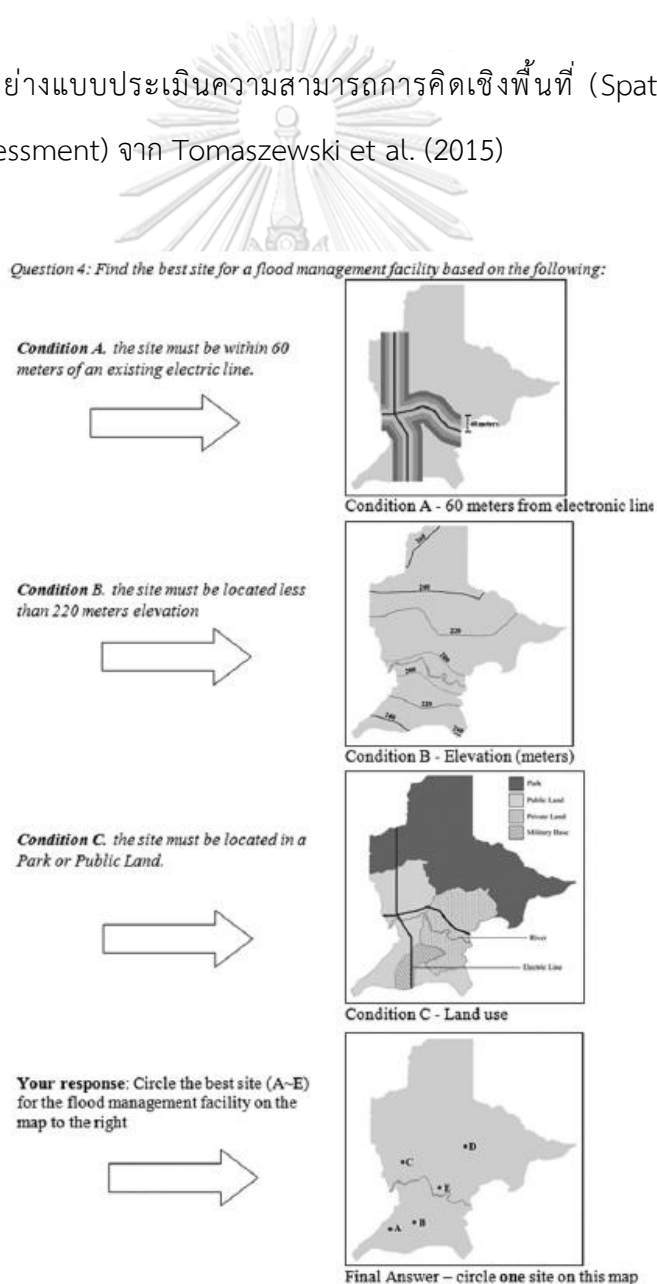
Lee & Bednarz (2012) ได้พัฒนาแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking Ability Test : STAT) โดยประกอบไปด้วยคำถามจำนวน 16 ข้อแบบปรนัย โดยนำไปใช้ทดสอบกับนักเรียนระดับมัธยมปลายและนักศึกษาในมหาวิทยาลัย แบบทดสอบ STAT ถูกออกแบบมาเพื่อทดสอบความก้าวหน้าของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียน ซึ่งช่วยตัดสินประสิทธิภาพของสื่อต่างๆ ที่ครูนำมาใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียน ในการพัฒนาแบบทดสอบนี้เป็นการพัฒนาขึ้นมาจากสองแนวคิด คือ Gersmehl (2005) และ Golledge (2002) แล้วนำมาสังเคราะห์จนกลายเป็นรายละเอียดในการวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของแบบทดสอบนี้ โดยแบบทดสอบในแต่ละข้อจะถูกออกแบบมาเพื่อวัดเพียงแค่ 1 หรือ 2 องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ซึ่งมีมุมมองต่างๆ เกี่ยวกับความสามารถการคิดเชิงพื้นที่ที่อยู่ในแบบทดสอบดังกล่าว ได้แก่ 1) ความเข้าใจเรื่องทิศทางและการหันทิศทาง (Orientation) 2) การเปรียบเทียบข้อมูลแผนที่กับข้อมูลกราฟิก 3) การเลือกสถานที่ที่ดีที่สุดบนพื้นที่ฐานของปัจจัยเชิงพื้นที่ 4) การนิยามภาพความลาดเอียงบนพื้นฐานของแผนที่ภูมิประเทศ 5) ความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ที่กระจายตัวในเชิงพื้นที่ 6) การนิยามภาพในใจเกี่ยวกับภาพ 3 มิติจากข้อมูล 2 มิติ 7) การซ้อนทับและการเปลี่ยนแปลงขอบเขตของแผนที่ และ 8) ความเข้าใจตัวแทนคุณลักษณะทางภูมิศาสตร์ เช่น จุด เส้น รูปหลายเหลี่ยม

แผนภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking Ability Test : STAT) จาก Lee & Bednarz (2012)



Tomaszewski et al. (2015) ได้พัฒนาแบบประเมินความสามารถการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking Ability Assessment) ในโรงเรียนมัธยมของประเทศวันดา โดยนำแบบทดสอบความสามารถการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking Ability Test : STAT) ที่พัฒนาขึ้นมาโดย Lee and Bednarz (2012) มาปรับปรุงและประยุกต์ใช้กับนักเรียนจำนวน 222 คนที่มาจากโรงเรียนต่างๆ ทั้งในเมืองและนอกเมือง ซึ่งแบบประเมินที่นำมาใช้นี้ได้มีการปรับการวัดองค์ประกอบทั้ง 3 ของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ให้มีความต่อเนื่องและไม่ได้แยกองค์ประกอบในการวัดดังเช่นแบบทดสอบของ Lee and Bednarz (2012)

แผนภาพที่ 6 ตัวอย่างแบบประเมินความสามารถการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking Ability Assessment) จาก Tomaszewski et al. (2015)



สรุปได้ว่า การวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่มี 2 ลักษณะ คือ ใช้แบบทดสอบในวัดองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่แบบวัดแยกองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ (Concepts of Space) 2) ด้านภาพตัวแทน (Representation) และ 3) ด้านกระบวนการใช้เหตุผล (Reasoning Processes) ออกจากกันและมีการใช้แบบทดสอบในการวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่พร้อมกันทั้ง 3 องค์ประกอบ โดยในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่พร้อมกันทั้ง 3 องค์ประกอบตามนิยามความหมายของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่นิยามไว้โดย National Research Council (2006) เนื่องจากจะทำให้สามารถวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ได้ตรงและครบทุกองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ได้ให้ไว้ตามกรอบนิยามเชิงปฏิบัติการที่ได้กำหนดไว้และเพื่อศึกษาว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงพื้นที่อย่างไร โดยจะกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่มีลักษณะเป็นรูปภาพหรือคำอธิบายประกอบภาพ

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Jo (2011) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการทดสอบประสิทธิภาพของการสอนการคิดเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ ทักษะและการดำเนินการสอนการคิดเชิงพื้นที่ โดยมีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการในการสอนการคิดเชิงพื้นที่กับวิชาภูมิศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูที่สอนวิชาภูมิศาสตร์ โดยการจัดอบรมครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะเปิดโอกาสในการเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงพื้นที่และฝึกทักษะที่จำเป็นในการนำการคิดเชิงพื้นที่ไปสู่ชั้นเรียน โดยมีการประเมินการเปลี่ยนแปลงของผู้เข้าอบรมทั้งความรู้ ทักษะและการดำเนินการสอนก่อนและหลังฝึกอบรม ซึ่งข้อค้นพบในการวิจัยนี้ คือ 1) การสอนเกี่ยวกับแนวคิดเชิงพื้นที่เป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาความรู้ที่จำเป็นสำหรับการสอนการคิดเชิงพื้นที่ผ่านวิชาภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู 2) การดำเนินการสอนการคิดเชิงพื้นที่ควรจะแตกต่างจากการสอนทักษะการคิดทั่วไป 3) วิธีการที่มีแนวโน้มในการพัฒนานักศึกษาครูควรจะอยู่ในหลักสูตรการศึกษาทางด้านภูมิศาสตร์ ซึ่งไม่ใช่ภูมิศาสตร์หรือหลักสูตรทั่วไป แต่ควรมีจุดมุ่งหมายอย่างชัดเจนเกี่ยวกับการสอนภูมิศาสตร์ที่เน้นเกี่ยวกับการคิดเชิงพื้นที่

การวิจัยของ Euikyung, Andrew, & Thomas (2016) เรื่อง Future Teachers' Spatial Thinking Skills and Attitudes พบว่า นักศึกษาวิชาชีพครูสังคมศึกษาที่อยู่ในสาขามัธยมศึกษาและประถมศึกษาชั้นนั้น มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่และทัศนคติเกี่ยวกับการคิดเชิงพื้นที่ในระดับต่ำ ซึ่งข้อ

ค้นพบนี้ชี้ให้เห็นว่านักศึกษาวิชาชีพครูสังคมศึกษาต้องมีการพัฒนาในทักษะดังกล่าว เพราะเป็นบทบาทหน้าที่ที่ต้องมีการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับการคิดเชิงพื้นที่ให้กับผู้เรียนในอนาคต

Bodzin and Anastasio (2006) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับการศึกษาโลกและระบบสิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับนักศึกษาครู ซึ่งพบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Concepts) และทักษะการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับศาสตร์ต่างๆ รวมทั้งศาสตร์ที่เกี่ยวกับระบบของโลกด้วย โดยการสืบสอบจะขับเคลื่อนด้วยคำถามต่างๆ ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษา อีกทั้งยังช่วยพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดเชิงพื้นที่และมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริง

การวิจัยของ Lee & Bednarz (2009) เกี่ยวกับ การศึกษาผลของการเรียนรู้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) กับการคิดเชิงพื้นที่ พบว่า การเรียนวิชาภูมิศาสตร์สามารถส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิงพื้นที่ โดยเฉพาะผู้ที่เรียนผ่านรายวิชาภูมิศาสตร์กายภาพมาแล้วอาจจะส่งผลต่อการพัฒนาทักษะพื้นฐานทางด้านภูมิศาสตร์ได้

บุญยา จันทมาตย์ (2557) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับทักษะการสอนของครูสังคมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในโรงเรียนมาตรฐานสากลระดับมัธยมศึกษา โดยผลการศึกษาพบว่า ครูสังคมศึกษาทุกกลุ่มประสบการณ์มีปัญหาในด้านการจัดการเรียนรู้ในระดับปานกลางเกี่ยวกับการวางแผนการเรียนรู้ การสื่อสารและการใช้ภาษากับนักเรียน การจัดทำสื่อการเรียนรู้และนวัตกรรม การติดตามและประเมินผล และการจัดการเรียนรู้ให้เกิดการคิดขั้นสูง

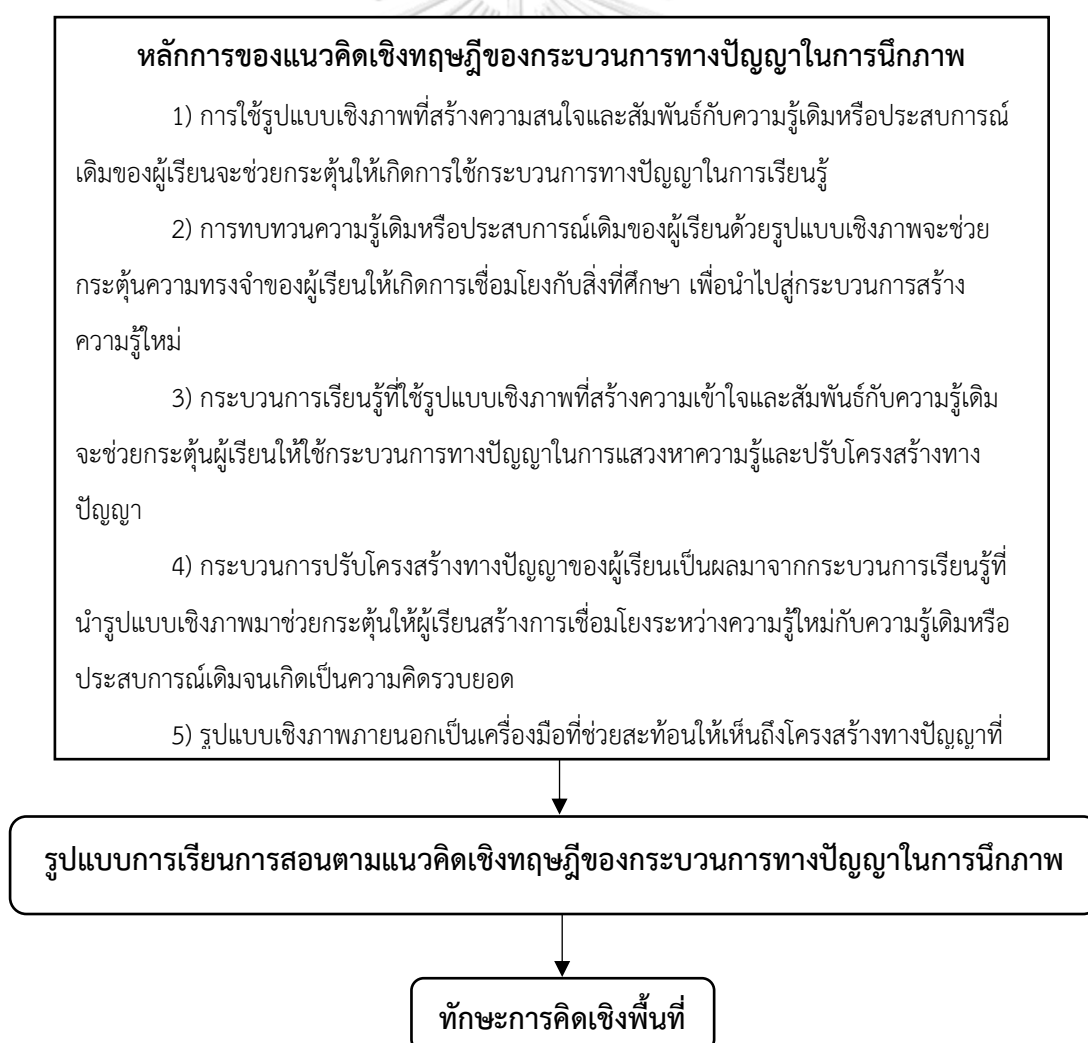
Tomaszewski et al. (2015) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินผลความสามารถการคิดเชิงพื้นที่ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในประเทศรวันดา โดยใช้แบบทดสอบที่มีการปรับปรุงมาจากแบบทดสอบความสามารถการคิดเชิงพื้นที่ของ Lee and Bednarz (2012) และนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 222 คนที่มาจากโรงเรียนในเขตเมืองและนอกเมือง ซึ่งผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่มาจากโรงเรียนในเขตเมืองมีความสามารถในการคิดเชิงพื้นที่สูงกว่านักเรียนที่มาจากนอกเมืองและนักเรียนชายมีความสามารถในการคิดเชิงพื้นที่สูงกว่านักเรียนหญิง

จากการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า นักวิชาการได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูสังคมศึกษาและพบว่ายังมีทักษะดังกล่าวในระดับต่ำ ซึ่งนักศึกษาครูสังคม

ศึกษามีบทบาทหน้าที่ในการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ให้กับผู้เรียน จึงควรพัฒนาทักษะดังกล่าวให้กับครูผู้สอน ซึ่งทำให้เล็งเห็นถึงความสำคัญของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูสังคมศึกษา ทำให้นักวิชามีการศึกษาถึงแนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ให้กับนักศึกษาครูสังคมศึกษา ผู้วิจัยจะนำแนวทางการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวมาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนต่อไป

4. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสาร ตำรา บทความและงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปกรอบแนวคิดในการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ดังแผนภาพด้านล่าง



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research & Development Research) ที่มุ่งพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่สำหรับนักศึกษาครู มีการดำเนินงาน 4 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 (R1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่

1. ศึกษาสภาพปัญหาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู
2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ

ระยะที่ 2 (D1) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู

1. พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ
2. จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน
3. ตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน

ระยะที่ 3 (R2) การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

1. เตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น
2. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ระยะที่ 4 (D2) การนำเสนอการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู

1. สรุปข้อค้นพบจากการทดลองใช้และปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน
2. จัดทำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู

การดำเนินการวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู แสดงไว้
 ดังแผนภาพที่ 7 และแผนภาพที่ 8

แผนภาพที่ 7 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยตอนที่ 1



แผนภาพที่ 8 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยตอนที่ 2

ระยะที่ 3 (R2) การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน (ต่อ)

2. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในเชิงปริมาณ ได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในเชิงคุณภาพ ได้แก่ แบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่

2.1 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้านความตรงเชิงเนื้อหาและโครงสร้างจากผู้ทรงคุณวุฒิ

2.2 ทดลองนำร่อง (Try Out) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2 นำผลจากการทดลองนำร่อง (Try Out) มาหาคุณภาพของเครื่องมือระหว่างข้อคำถามแบบปรนัยและอัตนัย

2.2.1 ข้อคำถามแบบปรนัย ตรวจสอบคุณภาพด้วยการหาค่าความยากง่าย (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

2.2.2 ข้อคำถามแบบอัตนัย ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงของเกณฑ์การให้คะแนนด้วยการทดสอบหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater Reliability: IRR) โดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient : ICC)

3. ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น



4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้สถิติ Dependent t-Test

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูในระหว่างดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น



ระยะที่ 4 (D2) การนำเสนอการพัฒนาการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของ

1. สรุปข้อค้นพบจากการทดลองใช้และปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน

2. จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู (ฉบับสมบูรณ์)

ระยะที่ 1 (R1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่

การดำเนินการในระบายนี้อุ้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาสภาพปัญหาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู

ศึกษาปัญหาด้านทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูสังกัดศึษา จากการศึษาเอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสังเกตในระหว่างการเรียนการสอนวิชาภูมิศาสตร์ โดยทักษะการคิดเชิงพื้นที่ได้เป็นทักษะพื้นฐานทางภูมิศาสตร์อย่างหนึ่งที่ถูกกำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของไทย ที่ผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำเป็นต้องมีทักษะดังกล่าวตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 ได้กำหนดให้การคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking) เป็นทักษะพื้นฐานทางภูมิศาสตร์อย่างหนึ่งที่ถูกกำหนดไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ทั้ง มาตรฐาน ส 5.1 และ มาตรฐาน ส 5.2 โดยมาตรฐาน ส 5.1 (การเข้าใจลักษณะทางกายภาพของโลกและความสัมพันธ์ของสรรพสิ่งซึ่งมีผลต่อกัน ใช้แผนที่และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ในการค้นหา วิเคราะห์ และสรุปข้อมูล ตามกระบวนการทางภูมิศาสตร์ ตลอดจนใช้ภูมิสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ) ได้กำหนดให้มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking) ไว้ในตัวชี้วัดตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จนถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 และมาตรฐาน ส 5.2 (เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่ก่อให้เกิด การสร้างสรรค์วิถีการดำเนินชีวิต มีจิตสำนึกและมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน) ได้กำหนดให้มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking) ไว้ในตัวชี้วัดตั้งแต่ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 จนถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560) ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาครูยังมีทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับต่ำ (Euikyung, Andrew, & Thomas, 2016) และยังขาดความรู้ความเข้าใจและการฝึกฝนในเรื่องของการคิดเช่นกัน ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาผู้เรียนในอนาคต และเป็นปัญหาสำคัญของวงการการศึกษา (ทศนา แวมมณี และคณะ, 2549) อีกทั้งยังพบว่าครูสังกัดศึษายังมีปัญหาในด้านการจัดการเรียนรู้ให้เกิดทักษะการคิด (บุญยา จันทมาตย์, 2557) และขาดความเข้าใจเนื้อหาภูมิศาสตร์อย่างชัดเจน (แก้วใจ สุวรรณเวช, 2559)

2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิรนัยภาพ

ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร ตำรา วารสารและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิรนัยภาพ ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ โดยรวบรวมจากเอกสาร แล้วนำผลการศึกษามาใช้ในการกำหนดแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ โดยสรุปได้ดังนี้

แนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิรนัยภาพ เป็นกระบวนการเรียนรู้ผ่านรูปแบบเชิงภาพที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้ใหม่ผ่านกระบวนการ 3 ระยะที่ทับซ้อนกัน ประกอบไปด้วย Internalization of Visual Models (IVM), Conceptualization of Visual Models (CVM) และ Externalization of Visual Models (EVM) โดย IVM จะเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้รูปแบบเชิงภาพผ่านอวัยวะต่างๆ และเข้าสู่กระบวนการทำงานเกี่ยวกับสมอง ส่วน CVM เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความหมายและความคิดรวบยอดเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ ผ่านกระบวนการทางปัญญาในการเรียนรู้และการปรับโครงสร้างทางปัญญา จนเกิดการสร้างรูปแบบเชิงภาพทางปัญญาและกลายเป็นความรู้ใหม่ของผู้เรียน และ EVM เป็นผลผลิตจากรูปแบบเชิงภาพภายนอก (External Visual Models) ที่เป็นวิธีในการแสดงโครงสร้างความรู้ทางปัญญาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน ดังนั้น แนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิรนัยภาพจึงหมายถึง การใช้รูปแบบต่างๆ ในเชิงภาพ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้รูปแบบเชิงภาพภายใน (Internalization of Visual Models) และเชื่อมโยงไปสู่การเกิดความคิดรวบยอดของรูปแบบเชิงภาพด้วยวิธีการตีความข้อมูลเชิงภาพแล้วเชื่อมโยงกับความรู้เดิม จนสามารถนำความคิดรวบยอดดังกล่าวไปสู่การแสดงรูปแบบเชิงภาพภายนอกได้ (Externalization of Visual Models) (Mnguni, 2007, 2014, 2018; Mayer, 2003; Healey, 2007; Thompson, 1995; Stokes, 2002) ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญของแนวคิดดังกล่าวได้ดังนี้

1) การเรียนรู้ด้วยรูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจและสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจะช่วยกระตุ้นกระบวนการทางความคิดให้เกิดการเรียนรู้ โดยมีรูปแบบเชิงภาพเป็นสื่อกระตุ้นให้บุคคลได้ใช้กระบวนการทางปัญญาในการเชื่อมโยงกับสิ่งที่ศึกษา จนทำให้เกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา

แผนภาพที่ 9 แสดงการวิเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภาพ



2) รูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจจะช่วยให้บุคคลใช้ความพยายามทางความคิดในการเรียนรู้ โดยความพยายามทางความคิดจะกระตุ้นให้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้และใช้กระบวนการทางปัญญาในการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเข้ากับสิ่งที่ศึกษาจนเกิดเป็นความรู้ใหม่

3) การนำรูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมมาใช้ในการกระบวนการเรียนรู้จะส่งผลให้เกิดกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาในการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมในเชิงภาพกับความรู้ใหม่ จนทำให้เกิดการสร้างความคิดรวบยอดในสิ่งที่ศึกษา

4) การใช้รูปแบบเชิงภาพภายนอกจะสามารถสะท้อนให้เห็นถึงผลของกระบวนการเรียนรู้ที่นำรูปแบบเชิงภาพมาใช้จนเกิดกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา

จากสาระสำคัญที่ได้จากแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ จึงนำไปสู่การสร้างหลักการของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพได้ดังนี้

หลักการที่ 1 กระบวนการเรียนรู้ด้วยรูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจและสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจะช่วยให้เกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา

หลักการที่ 2 การนำรูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจมาใช้ในการกระบวนการเรียนรู้จะช่วยกระตุ้นให้เกิดความพยายามทางความคิดจนนำไปสู่กระบวนการแสวงหาความรู้

หลักการที่ 3 การใช้รูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจะกระตุ้นความทรงจำของบุคคลให้เกิดการเชื่อมโยงกับสิ่งที่ศึกษาจนเกิดการสร้างความรู้ใหม่

หลักการที่ 4 กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาจนทำให้เกิดการสร้างความคิดรวบยอดในสิ่งที่ศึกษาต้องอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ในเชิงภาพกับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของบุคคล

หลักการที่ 5 ผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาของบุคคลจะสะท้อนให้เห็นผ่านการนำเสนอด้วยรูปแบบเชิงภาพภายนอก

ระยะที่ 2 (D1) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู

1. พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ

1.1 สร้างหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยนำสาระสำคัญของแนวคิดเชิงทฤษฎีทางปัญญาในการนิเทศภาพที่ได้วิเคราะห์จากข้อที่ 2 แล้วพัฒนาเป็นหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

1.2 กำหนดแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยนำหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้จากข้อ 1.1 มาวิเคราะห์เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

1.3 กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยนำแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่วิเคราะห์ได้จากข้อ 1.2 มาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน

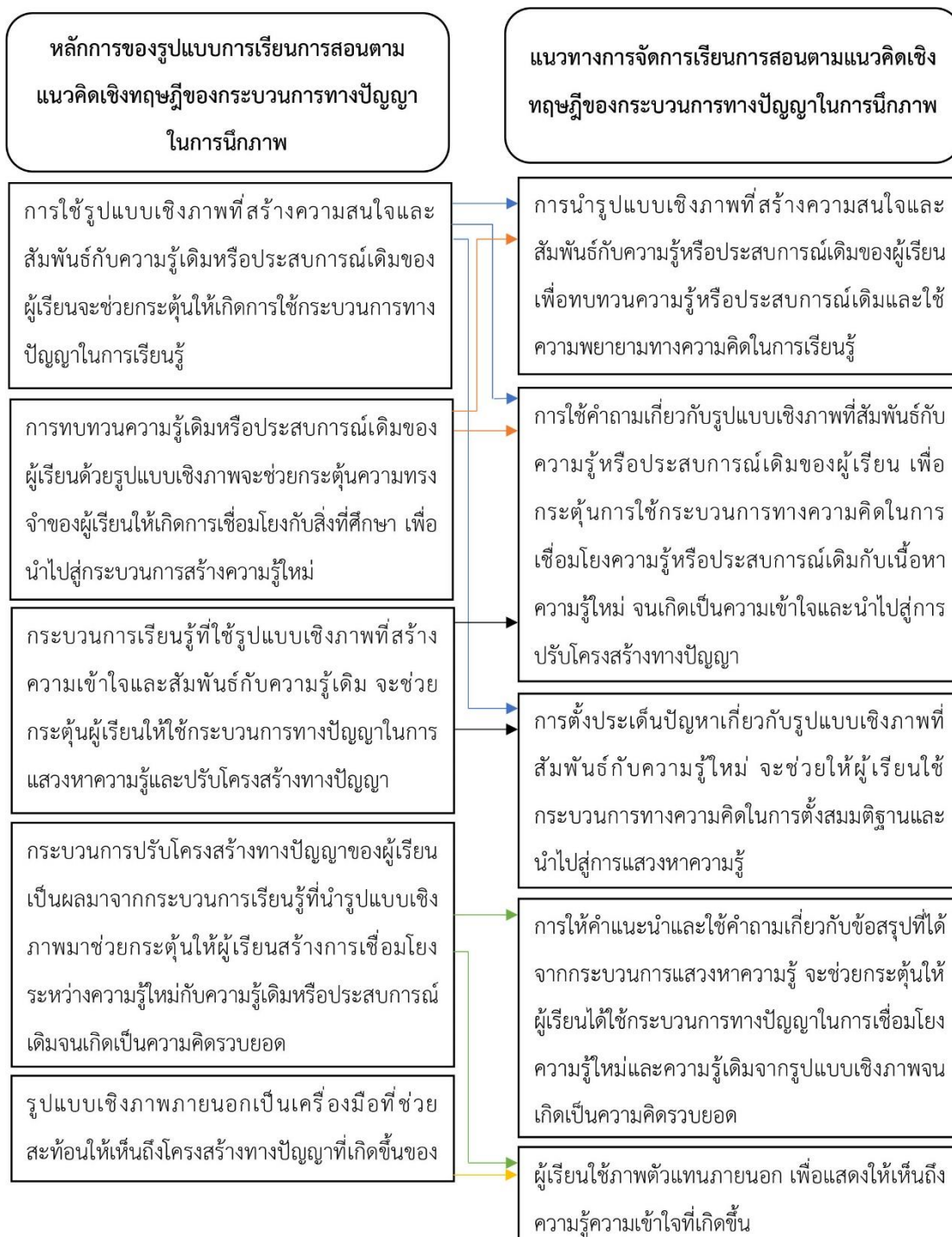
1.4 วิเคราะห์ความเชื่อมโยงของรูปแบบการเรียนการสอนไปสู่ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ผู้วิจัยพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่ได้จากข้อ 3.3 มาวิเคราะห์ความเชื่อมโยงของรูปแบบการเรียนการสอนที่นำไปสู่ทักษะการคิดเชิงพื้นที่

1.5 วิเคราะห์กิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทครู บทบาทผู้เรียนในรูปแบบการเรียนการสอนตามขั้นตอนการเรียนการสอน

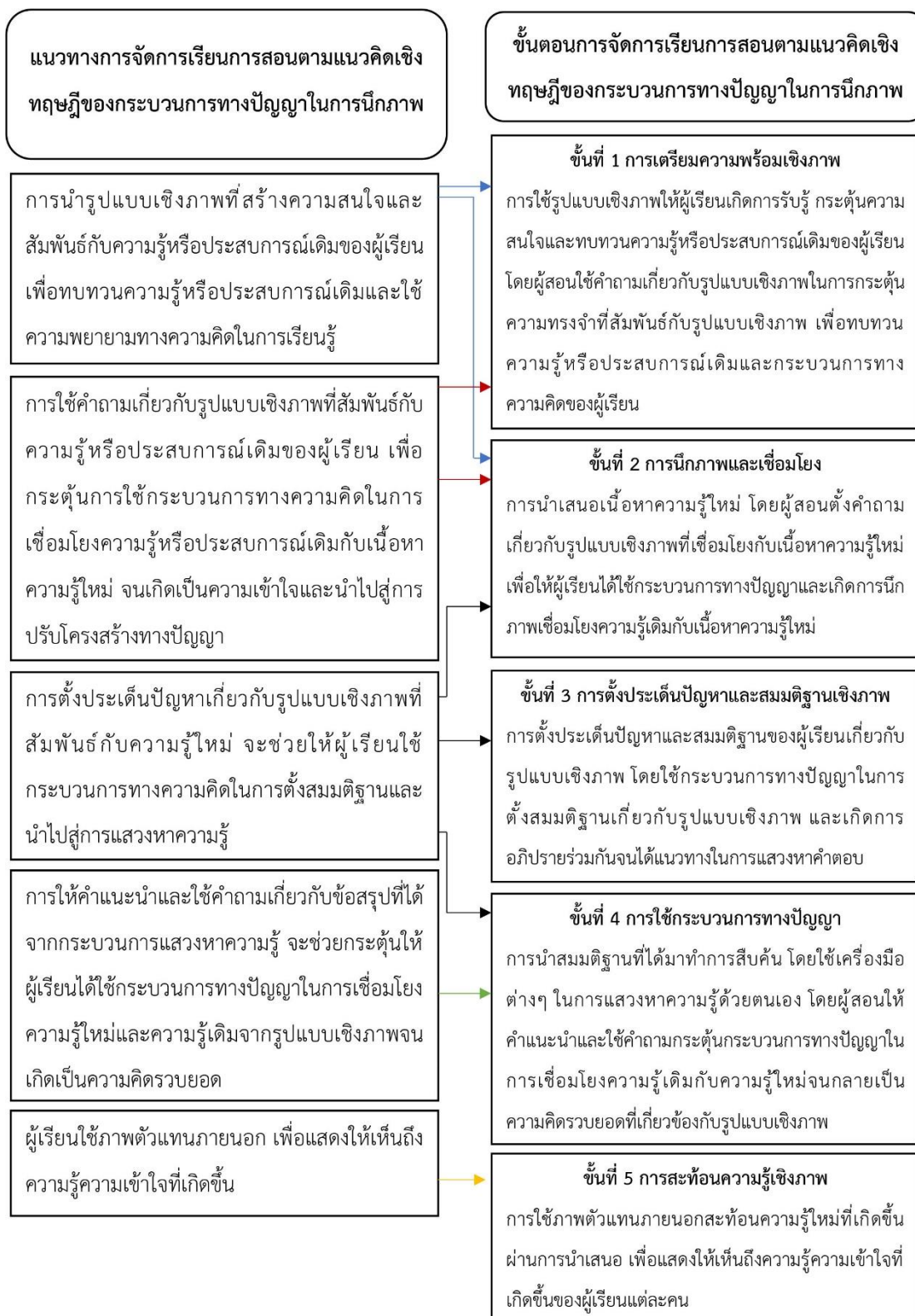
แผนภาพที่ 10 แสดงการวิเคราะห์หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภภาพ



แผนภาพที่ 11 แสดงแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน
ตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ



แผนภาพที่ 12 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ



รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทครู บทบาทผู้เรียนในขั้นตอนการเรียนการสอนแต่ละขั้น แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 รายละเอียดของขั้นตอนการเรียนการสอน

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
<p>ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมเชิงภาพเป็นขั้นตอนของการนำรูปแบบเชิงภาพมาใช้กระตุ้นความสนใจและทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน โดยผู้สอนจะใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพในการกระตุ้นกระบวนการทางความคิดของผู้เรียน</p> <p><u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบเชิงภาพและทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหาความรู้ใหม่</p>	<p>1. ผู้สอนนำเสนอรูปแบบเชิงภาพที่มีความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนหรือเป็นสิ่งที่ผู้เรียนสนใจ</p> <p>2. ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนต่อปัญหาหรือสถานการณ์ของรูปแบบเชิงภาพที่นำเสนอ พร้อมทั้งสำรวจความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนที่สัมพันธ์กับรูปแบบเชิงภาพและมีความจำเป็นต่อการเรียนรู้</p> <p>3. ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดที่มาจากความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่ผู้สอนนำเสนอ</p>	<p>1. ศึกษาข้อมูลรูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนหรือเป็นสิ่งที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและเป็นรูปแบบเชิงภาพที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา</p> <p>2. ใช้คำถามนำเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพและนำไปสู่การทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ซึ่งเป็นประเด็นที่สัมพันธ์กับเนื้อหา</p>	<p>1. รับฟังผู้สอนในการนำเสนอรายละเอียดของรูปแบบเชิงภาพ</p> <p>2. สังเกตรูปแบบเชิงภาพและนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมมาใช้ในการมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นและตอบคำถามตามความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพ</p>

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
<p>ขั้นที่ 2 การนิกรภาพและเชื่อมโยง</p> <p>เป็นขั้นตอนของการนำเสนอเนื้อหาความรู้ใหม่ โดยผู้สอนตั้งคำถามเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาความรู้ใหม่เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางปัญญาและเกิดความคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิม</p> <p><u>วัตถุประสงค์</u></p> <p>เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจากรูปแบบเชิงภาพมาเชื่อมโยงกับการเรียนรู้เนื้อหาความรู้ใหม่</p>	<p>1. ผู้สอนใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับเนื้อหาความรู้ใหม่และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม</p> <p>2. ผู้เรียนพยายามใช้กระบวนการทางความคิดในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับเนื้อหาความรู้ใหม่</p>	<p>1. ศึกษาข้อมูลรูปแบบเชิงภาพที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและสอดคล้องกับเนื้อหาความรู้ใหม่</p> <p>2. ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความพยายามทางความคิดในการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับรูปแบบเชิงภาพเพื่อนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาความรู้ใหม่</p>	<p>1. สังเกตรายละเอียดของรูปแบบเชิงภาพและใช้กระบวนการทางปัญญาในการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมกับรูปแบบเชิงภาพที่ผู้สอนนำเสนอ</p> <p>2. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและตอบคำถาม</p>
<p>ขั้นที่ 3 การตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานเชิงภาพ</p> <p>เป็นขั้นตอนของการตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานของผู้เรียนแต่ละคนเกี่ยวกับรูปแบบเชิง</p>	<p>1. ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ตั้งประเด็นปัญหาและข้อสมมติฐานของตนเองและเสนอข้อสมมติฐานของตนเองเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ</p> <p>2. ผู้เรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับข้อสมมติฐานของตนเองเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ</p>	<p>1. กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตั้งประเด็นปัญหาและข้อสมมติฐานของตนเองเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ</p> <p>2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นร่วมกันจนเกิดการ</p>	<p>1. ใช้กระบวนการทางปัญญาในการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของตนกับรูปแบบเชิงภาพ เพื่อตั้งข้อสมมติฐานที่นำไปสู่การแสวงหาคำตอบ</p> <p>2. มีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับข้อ</p>

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
<p>ภาพ โดยผู้เรียนจะใช้กระบวนการทางปัญญาในการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ และเกิดการอภิปรายร่วมกันจนได้แนวทางในการแสวงหาคำตอบ</p> <p><u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้ผู้เรียนได้แนวทางในการแสวงหาความรู้จากรูปแบบเชิงภาพ</p>	<p>3. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปข้อสมมติฐานที่ได้จากการอภิปรายร่วมกัน จนเกิดเป็นแนวทางในการแสวงหาคำตอบที่มีต่อรูปแบบเชิงภาพ</p>	<p>อภิปรายเกี่ยวกับข้อสมมติฐานของตนเอง</p> <p>3. สรุปข้อสมมติฐานของผู้เรียนและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นแนวทางในการแสวงหาคำตอบต่อข้อสมมติฐานของตนเอง</p>	<p>สมมติฐานทั้งของตนเองและผู้อื่น</p> <p>3. มีส่วนร่วมในการหาข้อสรุปเพื่อเป็นแนวทางในการแสวงหาคำตอบเกี่ยวกับข้อสมมติฐานของตนเอง</p>
<p>ขั้นที่ 4 การใช้กระบวนการทางปัญญา</p> <p>เป็นขั้นตอนของการนำสมมติฐานที่ได้มาทำการสืบค้น โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดความรู้ใหม่และกลายเป็นความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพ</p> <p><u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการ</p>	<p>1. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลจากเอกสารหรือสื่อต่างๆ ที่ผู้สอนให้คำแนะนำ เพื่อทำการสืบค้น จนสามารถตอบข้อสมมติฐานที่ผู้เรียนกำหนดขึ้น</p> <p>2. ผู้เรียนทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ตามที่ ผู้สอนให้คำแนะนำ โดยเป็นการแสวงหาคำตอบตามข้อสมมติฐานที่ตนเองตั้งไว้ จนได้ข้อสรุปหรือคำตอบของสมมติฐานของตนเอง</p> <p>3. ผู้สอนให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนกันตรวจสอบข้อสรุปที่ได้กับเพื่อน เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเบื้องต้น</p> <p>4. ผู้สอนให้ผลสะท้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคลเกี่ยวกับข้อสรุปของ</p>	<p>1. อธิบายถึงแนวทางในการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ กับให้ผู้เรียน</p> <p>2. มอบหมายให้ผู้เรียนทำการสืบค้นข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับข้อสมมติฐานที่ตนเองได้ตั้งไว้และให้คำแนะนำในการสืบค้น</p> <p>3. ตรวจสอบข้อสรุปที่ได้ของผู้เรียนแต่ละคน พร้อมทั้งให้ผลสะท้อนกลับ (Feedback) เกี่ยวกับข้อสรุปที่ได้ว่ามีความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	<p>1. ทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ตามที่ได้รับคำแนะนำจากผู้สอน เพื่อหาคำตอบให้กับข้อสมมติฐานของตนเอง</p> <p>2. รวบรวมข้อมูลและหาข้อสรุปเพื่อตอบคำถามตามข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้</p> <p>3. ใช้กระบวนการทางปัญญาในการเชื่อมโยงข้อสรุปกับรูปแบบเชิงภาพจนเกิดเป็นความรู้ใหม่</p> <p>4. สร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับ</p>

ขั้นตอนการเรียนรู้ การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
แสวงหาความรู้ด้วย ตนเองจนเกิดการ ปรับโครงสร้างทาง ปัญญา	คำตอบที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้ แนวทางคำตอบที่สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์การเรียนรู้จนเกิดเป็น ความรู้ใหม่ 5. ผู้สอนอธิบายในเชิงภาพ เชื่อมโยงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียนและ กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดในการ เชื่อมโยง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ สร้างความคิดรวบยอดจากการนำ ความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม มาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น	4. ใช้คำถามนำเพื่อให้ ผู้เรียนสร้างความ เชื่อมโยงกันระหว่าง ข้อสรุปของตนเองกับ รูปแบบเชิงภาพจนเกิด เป็นความรู้ความเข้าใจ ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นใหม่ 5. อธิบายและ ยกตัวอย่างในเชิงภาพ ให้ผู้เรียนเห็นถึง ความสัมพันธ์กัน ระหว่างความรู้ใหม่กับ ประสบการณ์เดิมหรือ ความรู้เดิมของผู้เรียน พร้อมทั้งกระตุ้นให้ ผู้เรียนใช้ความพยายาม ทางความคิดในการ สร้างความสัมพันธ์กัน จนเกิดเป็นความคิด รวบยอดที่เกี่ยวกับ รูปแบบเชิงภาพ	ความรู้ใหม่จนเกิดเป็น ความคิดรวบยอดในเชิง ภาพ
ขั้นที่ 5 การสะท้อน ความรู้เชิงภาพ เป็นขั้นตอนของการ ใช้ภาพตัวแทน สะท้อนความรู้ใหม่ที่ เกิดขึ้นผ่านการ นำเสนอ เพื่อแสดง ให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจที่เกิดขึ้น ของผู้เรียนแต่ละคน	1. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนใช้สื่อ หรือเครื่องมือต่างๆ ในการสะท้อน ความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นในเชิง ภาพ 2. ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลในเชิงภาพ เพื่อสะท้อนความรู้ความเข้าใจที่ เกิดขึ้น 3. ผู้สอนให้ข้อเสนอแนะกับผู้เรียน เกี่ยวกับการนำเสนอของแต่ละ บุคคล	1. มอบหมายให้ผู้เรียน ออกมานำเสนอรูปแบบ เชิงภาพ โดยใช้สื่อต่างๆ ในการนำเสนอ พร้อม ทั้งให้ผู้เรียนอธิบาย ความรู้ความเข้าใจที่ เกิดขึ้นของตนเอง 2. ดำเนินการอภิปราย โดยส่งเสริมให้ผู้เรียน ร่วมกันแสดงความคิด เห็นและใช้คำถาม	1. เลือกใช้สื่อต่างๆ เพื่อนำเสนอความรู้ ความเข้าใจที่เกิดขึ้นใน เชิงภาพ 2. นำเสนอรูปแบบเชิง ภาพพร้อมและตอบ คำถาม เพื่อสะท้อนถึง ความรู้ความเข้าใจที่ เกิดขึ้น 3. มีส่วนร่วมในการ อภิปรายและแสดง ความคิดเห็น

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ สะท้อนความรู้ความ เข้าใจที่เกิดขึ้นผ่าน การนำเสนอด้วย ภาพ ตัว แทน ภายนอก		เพื่อตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของผู้นำเสนอ 3. ช่วยให้ข้อเสนอแนะ และประเมินทักษะการ คิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียน ผ่านรูปแบบเชิงภาพ	

2. จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน

การจัดทำจัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ มีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

2.1 การสร้างคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้การดำเนินการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลตามรูปแบบการเรียนการสอนได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ ที่มีการกำหนดไว้และเพื่อให้ผู้สอนที่ต้องการนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนนี้ไปทดลองใช้มีความเข้าใจความเป็นมาและองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนจนสามารถดำเนินการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลได้ตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบ โดยรายละเอียดของคู่มือมีดังนี้

- 1) แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน
- 2) หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน
- 3) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน
- 4) แนวทางการจัดการเรียนการสอน
- 5) ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน
- 6) บทบาทผู้สอนและผู้เรียน
- 7) แนวทางในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปประยุกต์ใช้

2.2 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยแต่ละแผนประกอบด้วย วัตถุประสงค์ เนื้อหา/สาระ กิจกรรมการจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้ที่นำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ได้ทราบถึงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นการวางแผนการจัดการเรียนการสอนของรายวิชาภูมิศาสตร์กายภาพ เป็นระยะเวลา 13 สัปดาห์ โดยมีการวางแผนกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตั้งแต่ขั้นที่ 1-5 และแผนการจัดการเรียนรู้ (รายครั้ง) จำนวน 13 แผน ซึ่งเป็นการวางแผนการจัดการเรียนการสอนรายครั้งตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน (ตัวอย่างในภาคผนวก ง)

ตารางที่ 6 โครงสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ในการทดลอง

สัปดาห์ที่	หัวเรื่อง	จำนวน ชั่วโมง
1	ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre - Test)	4
2	แผนการสอนที่ 1 สันฐานของโลก	4
3	แผนการสอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์และดวงจันทร์	4
4	แผนการสอนที่ 3 บรรยากาศ	4
5	แผนการสอนที่ 4 ความสมดุลของพลังงาน	4
6	แผนการสอนที่ 5 น้ำและความชื้นในบรรยากาศ	4
7	แผนการสอนที่ 6 การหมุนเวียนของบรรยากาศและกระแสน้ำ	4
8	แผนการสอนที่ 7 ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ	4
9	แผนการสอนที่ 8 ธรณีภาค	4
10	แผนการสอนที่ 9 การผุพังของหินและภูมิประเทศแบบหินปูน	4
11	แผนการสอนที่ 10 ระบบแม่น้ำและภูมิประเทศ	4
12	แผนการสอนที่ 11 ภูมิประเทศที่เกิดจากคลื่นและลม	4
13	แผนการสอนที่ 12 ระบบนิเวศ	4
14	แผนการสอนที่ 13 พืชพรรณธรรมชาติ	4
15	ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post - Test)	4

3. ตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน

การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบ ผู้วิจัย ดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

3.1 ผู้วิจัยนำเอกสารรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของ กระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ เอกสารประกอบรูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ เสนอ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.2 ผู้วิจัยนำเอกสารรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของ กระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ เอกสารประกอบรูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ผ่านการ เห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในข้อ 3.1 เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน เลือกแบบ เจาะจง ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนในรายวิชาภูมิศาสตร์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนสังคม ศึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน (รายชื่อในภาคผนวก ก) เพื่อพิจารณาความ สอดคล้อง (Item Objective Congruence : IOC) ของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัย รวบรวมผลการประเมินและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาวิเคราะห์หาค่า IOC เพื่อพิจารณาความ สอดคล้อง พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 0.93 ซึ่งหมายความว่าผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านเห็นสอดคล้องกันว่า รูปแบบการเรียนการสอน ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอนและตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียน การสอนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 7 แสดงการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ	การปรับปรุง
<p>ปรับวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาในแผน เช่น</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถอธิบายประวัติการศึกษารูปทรง สันฐานของโลก 2. สามารถอธิบายวิธีการพิสูจน์สันฐาน และรูปทรงของโลก 3. สามารถวิเคราะห์หรือเปรียบเทียบความ แตกต่างของรูปทรงของโลกที่สำคัญได้ 	<p>มีการเพิ่มและแก้ไขจุดประสงค์การเรียนรู้ตาม ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ โดย</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีการเพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ คือ ผู้เรียนสามารถอธิบายประวัติการศึกษารูปทรง สันฐานของโลก - มีการแก้ไขจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ	การปรับปรุง
<p>4. สามารถนำเสนอความสำคัญหรือประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ข้อมูลฐานของโลโก้</p>	<p>1) "ผู้เรียนสามารถอธิบายวิธีการพิสูจน์รูปทรงของโลกได้" เป็น "ผู้เรียนสามารถอธิบายวิธีการพิสูจน์ฐานและรูปทรงของโลก"</p> <p>2) "ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของฐานโลกได้" เป็น "ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์หรือเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปทรงของโลกที่สำคัญได้"</p> <p>3) "ผู้เรียนสามารถนำเสนอความสำคัญของฐานโลกที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ได้" เป็น "สามารถนำเสนอความสำคัญหรือประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ข้อมูลฐานของโลโก้"</p>
<p>ปรับเครื่องมือและเกณฑ์ที่ใช้ในแผนการสอนได้แก่</p> <p>1. ในแผนการสอน เครื่องมือและเกณฑ์ควรสะท้อนตัวแปรให้ชัดเจน</p> <p>2. ควรมีการกำหนดรายละเอียดของหัวข้อการประเมินให้มีประเด็นย่อยๆ มากกว่าที่จะวัดเพียงแค่ 3 หัวข้อ เพราะจะทำให้ทราบถึงศักยภาพของผู้เรียนผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนด้วยวิธีการดังกล่าว</p>	<p>- มีการปรับเกณฑ์และข้อคำถามที่สะท้อนถึงองค์ประกอบต่างๆ ของตัวแปรตาม</p> <p>- มีการแบ่งหัวข้อการประเมินออกเป็นประเด็นย่อยๆ</p>

3.3 ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในสภาพการเรียนการสอนจริง โดยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของกระบวนการที่พัฒนาขึ้นและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำไปทดลองสอนกับนักศึกษาครูหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิตสังคมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จำนวน 1 หมู่เรียน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากการทดลองสอนผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดลองไปปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนในแต่ละขั้นของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

4. การปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบ

ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอน โดยนำข้อมูลที่ได้จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและข้อมูลที่ได้จากผลการทดลองใช้รูปแบบมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้รูปแบบการเรียนการสอน เอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความสมบูรณ์พร้อมที่จะนำไปใช้ในการทดลอง เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนต่อไป

ระยะที่ 3 (R2) การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

การดำเนินการในระยะที่ 3 เป็นการพัฒนาเครื่องมือเพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. การเตรียมทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1.1 การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

การศึกษาประสิทธิผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศ ผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษาครู สาขาวิชาสังคมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2563

1.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาครู สาขาวิชาสังคมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1.2.1 เกณฑ์การคัดเลือกและเกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือก คือ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต จำนวนไม่เกิน 30 คน ที่เรียนอยู่ในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสังคมศึกษา โดยลงทะเบียนเรียนรายวิชา ภูมิศาสตร์กายภาพ ซึ่งเป็นรายวิชาในกลุ่มวิชาเอกบังคับ จำนวน 3 หน่วยกิต ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2563 และยินดีเข้าร่วมการวิจัย ส่วนเกณฑ์การคัดออกในงานวิจัยนี้ คือ ไม่มีกรณีใดๆ ที่จะคัดผู้เข้าร่วมวิจัยออก นอกจากผู้เข้าร่วมวิจัยประสงค์จะออกจากงานวิจัยเอง ทั้งนี้ นักศึกษาที่ออกจากการวิจัยจะได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวจัดขึ้นเพื่อส่งเสริมผลลัพธ์การเรียนรู้ตามรายวิชา มีการวัด

และประเมินผลตามเกณฑ์ของรายวิชา แต่จะไม่ได้รับการประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่จากเครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

1.2.2 เลือกรายวิชาและชั้นปีที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ ผู้วิจัยเลือกนักศึกษาครู สาขาวิชาสังคมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี เป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมาย เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวผ่านการศึกษาระดับมัธยมศึกษา โดยผ่านการเรียนวิชาภูมิศาสตร์มาอย่างน้อยเป็นเวลา 6 ปี อีกทั้งยังผ่านการศึกษาในรายวิชาภูมิศาสตร์ประเทศไทยของระดับอุดมศึกษามาแล้ว 1 ภาคเรียน ดังนั้น จึงเป็นกลุ่มผู้เรียนที่เหมาะสมสำหรับการเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ นอกจากนี้ นักศึกษาครู สาขาวิชาสังคมศึกษาจะต้องออกไปประกอบวิชาชีพครูที่ต้องพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่เป็นทักษะที่สำคัญของการส่งเสริมผู้เรียนให้เป็นผู้ที่รู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Geo-literacy) ตามหลักสูตรขั้นพื้นฐานต่อไป

1.2.3 บริบทของกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 27 คน เพศชายหญิง อายุ 18-25 ปี ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิตที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาภูมิศาสตร์กายภาพ (1101103) ซึ่งเป็นรายวิชาในกลุ่มวิชาเอกบังคับ จำนวน 3 หน่วยกิต นักศึกษาทุกคนเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสังคมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี

1.2.4 วิธีการติดต่อและวิธีการเข้าถึงกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยสามารถติดต่อและเข้าถึงกลุ่มตัวอย่างได้ในช่วงเวลาของการจัดการเรียนการสอนรายวิชาภูมิศาสตร์กายภาพ ระยะเวลา 15 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง (เวลา 8.00-12.00 น.)

เนื่องด้วยการได้มาของข้อมูลในงานวิจัยนี้ต้องติดต่อปฏิสัมพันธ์กับคน ผู้วิจัยจึงเตรียมการเสนอขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน เพื่อปกป้องบุคคลจากความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัย เริ่มจากการกำหนดวิธีการพิทักษ์สิทธิ การป้องกันความเสี่ยง และการรักษาความลับของกลุ่มตัวอย่าง และทำเอกสารข้อมูลในการทำความเข้าใจของกลุ่มตัวอย่าง และหนังสือยินยอมของกลุ่มตัวอย่างเพื่อลงนามรับทราบข้อตกลงก่อนเข้าร่วมงานวิจัย จากนั้นทำหนังสือขออนุญาตในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยถึงคณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัยเพื่อเสนอขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อได้รับการอนุมัติแล้ว ผู้วิจัยทำหนังสือถึงอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี เพื่อขออนุญาตทดลอง

ใช้รูปแบบการเรียนการสอนและเก็บข้อมูลกับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาภูมิศาสตร์ กายภาพ (1101103) เมื่อได้รับอนุมัติให้เก็บข้อมูล ผู้วิจัยจะดำเนินการติดต่อประสานงานกับหัวหน้า ภาควิชาสังคมศึกษาเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและขอความร่วมมือในระหว่างดำเนินการวิจัย เมื่อดำเนินการตามขั้นตอนการเตรียมการนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้แล้ว ผู้วิจัยจะจัด ปฐมนิเทศรายวิชาในวันแรกของการเรียนการสอน เพื่อชี้แจงทำความเข้าใจในการดำเนินการวิจัยและ ขอความยินยอมเข้าร่วมการวิจัยจากกลุ่มตัวอย่าง ก่อนจะให้ลงนามยินยอมในหนังสือแสดงเจตนา ยินยอม ดังมีรายละเอียดตามเอกสารชี้แจงข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย สรุปได้ ดังนี้

การพิทักษ์สิทธิกลุ่มเป้าหมาย

ผู้วิจัยจะเข้าพบกลุ่มตัวอย่างด้วยการประสานงานกับประธานหัวหน้าภาควิชาสังคม ศึกษา เพื่อชี้แจงรายละเอียดการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยจะแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์และขั้นตอน การเก็บรวบรวมข้อมูลให้กลุ่มตัวอย่างทราบพร้อมทั้งชี้แจงกับกลุ่มตัวอย่างว่า การวิจัยครั้งนี้เป็นไป ด้วยความสมัครใจ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ตัดสินใจด้วยตนเองและให้ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย สามารถกระทำได้ตลอดเวลา โดยไม่ต้องแจ้งให้เหตุผล การถอนตัวจากการวิจัยจะไม่มีผลกระทบ ใดๆ ต่อการเรียนการสอนหรือการประเมินผลการเรียนการสอน ข้อมูลที่ได้จากการจัดการเรียนการ สอน ผู้วิจัยจะขออนุญาตบันทึกเสียง ถ่ายภาพ บันทึกวีดิทัศน์ และถอดเทปบันทึกเสียง ข้อมูลส่วนตัว ของกลุ่มเป้าหมายจะเก็บรักษาไว้ ไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัย เป็นภาพรวม โดยจะไม่มีเปิดเผยแพร่บันทึกเสียง ภาพถ่าย หรือวีดิทัศน์ที่ปรากฏตัวตนของผู้เข้าร่วม การวิจัย ผู้ที่มีสิทธิ์เข้าถึงข้อมูลของกลุ่มเป้าหมายจะมีเฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้และ คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนเท่านั้น และจะดำเนินการทำลายข้อมูลตลอดจนข้อมูลอื่นๆ ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับนักศึกษาภายหลังเสร็จสิ้นการวิจัย ภายใน 1 ปี ส่วนผลงานที่กลุ่มตัวอย่างสร้าง ขึ้น จะถือเป็นกรรมสิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยขออนุญาตนำเสนอผลงานประกอบผลการวิจัย โดยไม่ มีการระบุตัวบุคคลในรายงานการวิจัย หากกลุ่มตัวอย่างตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยแล้ว กลุ่มตัวอย่างจะ ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ระยะเวลา 15 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง (เวลา 8.00-12.00 น.) รวมทั้งสิ้น 60 ชั่วโมง โดยจะต้องเข้ารับการประเมิน ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ 2 ครั้ง (ก่อนและหลังเรียน) ครั้งละ 2 ชั่วโมง และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการ สอนตามรูปแบบการเรียนการสอนภายใต้การดูแลของผู้วิจัย ซึ่งผู้เข้าร่วมงานวิจัยสามารถติดต่อกับ

ผู้วิจัยได้โดยตรงเพื่อสอบถามหรือร้องขอข้อมูลเพิ่มเติมได้ตลอดงานวิจัย โดยสามารถติดต่อได้ตามเวลาของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน ทั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการจัดการเรียนการสอนที่เป็นไปตามรายวิชากำหนด

1.3 การทดลองนาร่อง (Try Out)

จากการทดลองนาร่องใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยเป็นการทดลองนาร่องกับผู้เรียนที่มีบริบทใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างทั้งในส่วนของระดับชั้น สาขาวิชา และสถาบันการศึกษา จากนั้นผู้วิจัยจึงนำข้อมูลจากผลการทดลองมาวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุง พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยมีการปรับปรุงดังนี้

1.3.1 มีการเพิ่มรายละเอียดของกิจกรรมในขั้นที่ 3 การตั้งประเด็นปัญหา และสมมติฐานเชิงภาพ จากเดิมที่ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนเสนอข้อสมมติฐานของตนเองและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในแต่ละประเด็น มาเป็นผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนเสนอข้อสมมติฐานของตนเอง โดยอ่านข้อสมมติฐานของตนเองและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในแต่ละประเด็น

1.3.2 ในขั้นที่ 5 การสะท้อนความรู้เชิงภาพ ผู้เรียนนำเสนอทุกประเด็นและทำให้เกิดการเร่งรีบจนส่งผลกระทบต่อบรรยากาศการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงมีการปรับให้ผู้เรียนได้เลือกประเด็นในการนำเสนอ เพื่อให้มีการบริหารจัดการเวลาที่เหมาะสมและส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้

2. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรม โดยมีการดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1.1 แบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่

แบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ เพื่อประเมินความสามารถในการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู 3 ด้าน คือ 1) ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ 2) ภาพตัวแทน และ 3) กระบวนการใช้เหตุผล เป็นแบบวัดก่อนและหลังเรียน ซึ่งเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาภูมิศาสตร์กายภาพ โดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้เป็นลักษณะรูปภาพหรือคำอธิบายประกอบภาพ ซึ่งมีรายละเอียดของการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

2.1.1.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ เพื่อนำหลักการและวิธีการดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ซึ่งแบบวัดที่ใช้ในการศึกษาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในการวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนามาจากการทบทวนวรรณกรรม โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ประยุกต์มาจาก Taxonomy of Spatial Thinking โดย Jo (2007) และมีการพัฒนาข้อคำถามจากแบบวัดความสามารถการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking Ability Test : STAT) ที่พัฒนาขึ้นมาโดย Lee and Bednarz (2012) ที่เป็นการวัดแบบแยกองค์ประกอบ แต่ในงานวิจัยครั้งนี้ดำเนินการพร้อมกันทั้ง 3 องค์ประกอบตามนิยามความหมายของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่นิยามไว้โดย National Research Council (2006) เนื่องจากจะทำให้สามารถวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ได้ตรงและครบทุกองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ให้ไว้ตามกรอบนิยามเชิงปฏิบัติการที่ได้กำหนดไว้และสอดคล้องกับการพัฒนาแบบประเมินความสามารถการคิดเชิงพื้นที่ที่พัฒนาขึ้นมาโดย Tomaszewski et al. (2015) ที่เป็นการวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในแต่ละข้อคำถามพร้อมกันทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ 2) ภาพตัวแทน และ 3) กระบวนการใช้เหตุผล

2.1.1.2 ผู้วิจัยสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ เพื่อประเมินความสามารถในการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู 3 ด้าน คือ 1) ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ 2) ภาพตัวแทน และ 3) กระบวนการใช้เหตุผล โดยเป็นการวัดก่อนและหลังเรียน ซึ่งเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาภูมิศาสตร์กายภาพที่มีการแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) ธรณีภาค 2) อุทกภาค 3) ชีวภาค และ 4) บรรยากาศภาค มีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้เป็นลักษณะรูปภาพหรือคำอธิบายประกอบภาพ โดยแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ฉบับก่อนเรียน-ฉบับหลังเรียนของนักศึกษาครูสังคมศึกษา มีการกำหนดโครงสร้างของแบบวัด ประกอบด้วยคำถามวัดความสามารถทักษะการคิดเชิงพื้นที่ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ 2) ภาพตัวแทน และ 3) กระบวนการใช้เหตุผล ซึ่ง

เป็นข้อคำถามตามกลุ่มเนื้อหาทั้ง 4 กลุ่มของวิชาภูมิศาสตร์กายภาพ โดยมีจำนวนข้อคำถามตามกลุ่มเนื้อหาๆ ละ 2 ข้อ ทำให้มีข้อคำถามจำนวน 8 ข้อ ดังแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 8 โดยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลดังนี้

- ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่ได้จากคะแนนของแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน เพื่อใช้เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงพื้นที่

- ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการใช้ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ เพื่อศึกษาพัฒนาการของทักษะการคิดเชิงพื้นที่

ตารางที่ 8 ตารางการวิเคราะห์กลุ่มเนื้อหา - ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกับจำนวนข้อของแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่

กลุ่มเนื้อหา - ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จำนวนข้อที่ทดลองใช้	ข้อที่ทดลองใช้	จำนวนข้อที่ใช้จริง	ข้อที่ใช้จริง
เรื่อง บรรยากาศภาค ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง <ul style="list-style-type: none"> • สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของภูมิอากาศกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ • อธิบายความสัมพันธ์ของฤดูกาลกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ 	3	2,11,12	2	11,12
เรื่อง ชีวภาค ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง <ul style="list-style-type: none"> • สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของชีวภาคกับสิ่งแวดล้อม 	3	3,7,8	2	7,8
เรื่อง อุทกภาค ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง <ul style="list-style-type: none"> • สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอุทกภาคกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ • สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอุทกภาคกับสิ่งแวดล้อม 	3	4,9,10	2	4,9
เรื่อง ธรณีภาค ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง <ul style="list-style-type: none"> • สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของธรณีภาคกับสิ่งมีชีวิต 	3	1,5,6	2	1,5

กลุ่มเนื้อหา - ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จำนวนข้อที่ ทดลองใช้	ข้อที่ทดลอง ใช้	จำนวนข้อที่ ใช้จริง	ข้อที่ใช้ จริง
<ul style="list-style-type: none"> สามารถอธิบายปรากฏการณ์จากการเคลื่อนที่ของธรณีภาค 				
รวม	12	12	8	8

ตารางที่ 9 แสดงเกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในแต่ละองค์ประกอบ

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการคิดเชิงพื้นที่
ด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	
1	- สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ถูกต้อง ทั้งในเรื่องตำแหน่ง ระยะทาง มุม ทิศทาง การเปลี่ยนมิติในการมอง ภาพสะท้อน การหมุนวัตถุ การเปลี่ยนแปลงขนาดและความสัมพันธ์กันของวัตถุหรือสิ่งที่ศึกษาทั้งรูปแบบ ความหนาแน่น การกระจายตัวและการจัดประเภท
0 (ไม่มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่)	- ไม่สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ถูกต้อง
ด้านภาพตัวแทน	
(แบบอัตนัย)	
3	- สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้ถูกต้องทั้งหมด
2	- สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้ถูกต้องบางส่วน
1	- สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้ แต่ไม่ถูกต้อง
0 (ไม่มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่)	- ไม่สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้
(แบบปรนัย)	
1	- สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้ถูกต้อง
0 (ไม่มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่)	- ไม่สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้ถูกต้อง
ด้านกระบวนการใช้เหตุผล	
3	- สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้อย่างถูกต้องและสามารถอธิบายถึงสาเหตุหรือผลของสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการคิดเชิงพื้นที่
2	- สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้อย่างถูกต้องและสามารถอธิบายถึงสาเหตุหรือผลของสิ่งที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องบางส่วน
1	- สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้ถูกต้องบางส่วน และสามารถอธิบายถึงสาเหตุหรือผลของสิ่งที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องบางส่วน
0 (ไม่มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่)	- ไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้ถูกต้องและไม่สามารถอธิบายถึงสาเหตุหรือผลของสิ่งที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง

ตารางที่ 10 แสดงองค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดเชิงพื้นที่และสัดส่วนของคะแนนในแต่ละด้านของทักษะการคิดเชิงพื้นที่

องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่	คะแนนเต็มในแต่ละด้าน (คะแนน)	คิดเป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม
1. ด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	8	15.38
2. ด้านภาพตัวแทน	20	38.46
3. ด้านกระบวนการใช้เหตุผล	24	46.15
รวม	52	100

ตารางที่ 11 แสดงเกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่

คะแนน	ความหมาย
ด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	
8	ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ในระดับที่ดีมาก
6-7	ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ในระดับที่ดี
4-5	ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ในระดับพอใช้
0-3	ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ในระดับที่ควรปรับปรุง
ด้านภาพตัวแทน	
19-20	ผู้เรียนสามารถใช้ภาพตัวแทนได้ในระดับที่ดีมาก
14-18	ผู้เรียนสามารถใช้ภาพตัวแทนได้ในระดับที่ดี
9-13	ผู้เรียนสามารถใช้ภาพตัวแทนได้ในระดับพอใช้
0-8	ผู้เรียนสามารถใช้ภาพตัวแทนได้ในระดับที่ควรปรับปรุง
ด้านกระบวนการใช้เหตุผล	

คะแนน	ความหมาย
23-24 คะแนน	ผู้เรียนสามารถอธิบายการใช้เหตุผลในระดับที่ดีมาก
17-22 คะแนน	ผู้เรียนสามารถอธิบายการใช้เหตุผลในระดับที่ดี
11-16 คะแนน	ผู้เรียนสามารถอธิบายการใช้เหตุผลในระดับพอใช้
0-10 คะแนน	ผู้เรียนสามารถอธิบายการใช้เหตุผลในระดับที่ควรปรับปรุง
ทักษะการคิดเชิงพื้นที่	
50-52 คะแนน	ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับที่ดีมาก
37-49 คะแนน	ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับที่ดี
24-36 คะแนน	ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับพอใช้
0-23 คะแนน	ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับที่ควรปรับปรุง

2.2 เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ แบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ตามขั้นตอนต่อไปนี้

แบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่

แบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่จะเป็นการบันทึกลักษณะที่สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ซึ่งเป็นการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์พฤติกรรมระหว่างปฏิบัติการของผู้เรียน โดยจะเน้นการสังเกตเกี่ยวกับพฤติกรรมในการใช้ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ซึ่งผู้เรียนจะมีการแสดงออกถึงโครงสร้างทางความรู้ที่ได้ผ่านการนำเสนองานที่มีการใช้รูปแบบเชิงภาพภายนอกประกอบการนำเสนอ มีรายละเอียดของการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

2.2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกในชั้นเรียน ระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้สอนจะเป็นผู้บันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างที่ปฏิบัติการในชั้นเรียน

2.2.2 กำหนดจุดประสงค์ของการสังเกต ซึ่งพิจารณาจากองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่และจุดประสงค์ของแผนการสอนที่กำหนดไว้

2.2.3 สร้างแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ตามที่กำหนดไว้ จากนั้นนำแบบสังเกตที่สร้างเสร็จให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.2.4 นำแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 12 เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่

องค์ประกอบ	คุณภาพงาน (ระดับคะแนน)			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ถูกต้อง และสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีหลักการ แนวคิด หรือความรู้มาสนับสนุนได้ครบถ้วน	สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงทฤษฎีหลักการ แนวคิด หรือความรู้มาสนับสนุนได้ครบถ้วน	สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ถูกต้อง บางส่วน และไม่สามารถเชื่อมโยงทฤษฎีหลักการ แนวคิดหรือความรู้มาสนับสนุนได้ครบถ้วน	ไม่สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ถูกต้องและไม่สามารถเชื่อมโยงทฤษฎีหลักการ แนวคิดหรือความรู้มาสนับสนุนได้
ภาพตัวแทน	สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้ และสามารถอธิบายความหมายขององค์ประกอบต่างๆ ในภาพตัวแทนภายนอกได้ครบถ้วน	สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้แต่ไม่สามารถอธิบายความหมายขององค์ประกอบต่างๆ ในภาพตัวแทนภายนอกได้ครบถ้วน	สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้ แต่ไม่สามารถอธิบายความหมายขององค์ประกอบต่างๆ ในภาพได้	ไม่สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกและไม่สามารถอธิบายได้

องค์ประกอบ	คุณภาพงาน (ระดับคะแนน)			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
กระบวนการใช้ เหตุผล	สามารถอธิบาย ความสัมพันธ์เชิง พื้นที่ได้อย่าง ถูกต้องและ สามารถ อธิบาย ถึงสาเหตุหรือผล ของสิ่งที่เกิดขึ้นได้ อย่างถูกต้อง	สามารถอธิบาย ความสัมพันธ์เชิง พื้นที่ได้อย่าง ถูกต้อง และ สามารถอธิบาย ถึงสาเหตุหรือผล ของสิ่งที่เกิดขึ้น ได้ถูกต้อง บางส่วน	สามารถอธิบาย ความสัมพันธ์เชิง พื้นที่ได้ถูกต้อง บางส่วน และ สามารถอธิบาย ถึงสาเหตุหรือผล ของสิ่งที่เกิดขึ้น ได้ถูกต้อง บางส่วน	ไม่สามารถ อธิบาย ความสัมพันธ์ เชิงพื้นที่ได้ ถูกต้องและไม่ สามารถ อธิบายถึง สาเหตุหรือผล ของสิ่งที่ เกิดขึ้นได้ ถูกต้อง

ตารางที่ 13 แสดงข้อมูลระดับคุณภาพ

ระดับ	คุณภาพ
ปรับปรุง หมายถึง	ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับปรับปรุง โดยมีรายละเอียดดังนี้ 1) ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง หรือ 2) มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี และอีก 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง หรือ 3) มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง และอีก 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้
พอใช้ หมายถึง	ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับพอใช้ โดยมีรายละเอียดดังนี้ 1) ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ หรือ 2) มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก และอีก 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง หรือ 3) มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก และอีก 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ หรือ 4) มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี และอีก 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง

ระดับ	คุณภาพ
	<p>ระดับปรับปรุงหรือพอใช้ หรือ</p> <p>5) มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี และอีก 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ ส่วนองค์ประกอบที่เหลืออยู่ในระดับปรับปรุงหรือพอใช้</p>
ดี	<p>หมายถึง ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับดี โดยมีรายละเอียด ดังนี้</p> <p>1) ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับดี หรือ</p> <p>2) มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก และอีก 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับใดก็ได้ หรือ</p> <p>3) มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก และอีก 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี ส่วนองค์ประกอบที่เหลืออยู่ในระดับดีหรือพอใช้</p>
ดีมาก	<p>หมายถึง ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับดีมาก โดยทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับดีมากทั้งหมด</p>

2.3 การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

2.3.1 การตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาและโครงสร้าง

ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่และเกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ แบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่และเกณฑ์การประเมินแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและการใช้ภาษา หลังจากนั้นนำเสนอแนะมาปรับปรุง แก้ไขและนำแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่และเกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ แบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่และเกณฑ์การประเมินแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน (ภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและโครงสร้าง ได้แก่ องค์ประกอบของเครื่องมือ ความถูกต้อง ครอบคลุมและความสอดคล้องกับองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ โดยประเมินผ่านแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 3 ระดับ ได้แก่ 1 คะแนน หมายถึง สอดคล้อง/เหมาะสม 0 คะแนน หมายถึง ไม่แน่ใจ และ -1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง/ไม่เหมาะสม รวมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นปลายเปิด หลังจากนั้นจึงผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence : IOC) พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 คน มีความเห็นสอดคล้องกันว่าแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด โดยมีค่า

ตั้งแต่ 0.33-1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก จ) ซึ่งข้อคำถามของแบบวัดที่มีค่ามากกว่า 0.50 จะเป็นข้อคำถามที่ผู้วิจัยเลือกไว้ โดยมีข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้

1) ควรปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้มีความชัดเจนมากขึ้น เช่น

- ข้อที่ 11 แผนทีด้านล่างแสดงรูปแบบทางที่ตั้งของพื้นที่เพาะปลูกของพืชชนิดหนึ่ง จากภาพดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้ (โจทย์เดิม)

- ข้อที่ 11 แผนทีด้านล่างแสดงรูปแบบทางที่ตั้งของพื้นที่เพาะปลูกพืชชนิดหนึ่ง จากภาพดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้ (โจทย์ใหม่)

- ข้อที่ 12 จากภาพเป็นการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ โดยแสงของดวงอาทิตย์ที่ตั้งฉากกับโลกมีการเปลี่ยนตำแหน่งตามช่วงเวลาต่างๆ (ดังที่แสดงในภาพ) จงตอบคำถามต่อไปนี้ (โจทย์เดิม)

- ข้อที่ 12 จากภาพเป็นการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ โดยแสงของดวงอาทิตย์ที่ตั้งฉากกับพื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนตำแหน่งตามช่วงเวลาต่างๆ (ดังที่แสดงในภาพ) จงตอบคำถามต่อไปนี้ (โจทย์ใหม่)

2) ควรมีการระบุพื้นที่ในข้อคำถามให้มีความชัดเจนมากขึ้น เช่น

- ข้อที่ 2 จากภาพเป็นบ้านหลังหนึ่งที่สถาปนิกได้ออกแบบไว้ดังภาพด้านล่าง โดยเจ้าของบ้านกำลังตัดสินใจเรื่องของการวางตำแหน่งของห้องต่างๆ จากสถานการณ์ดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้ (โจทย์เดิม)

- ข้อที่ 2 จากภาพเป็นบ้านหลังหนึ่งในพื้นที่ภาคกลางที่สถาปนิกได้ออกแบบไว้ดังภาพด้านล่าง โดยเจ้าของบ้านกำลังตัดสินใจเรื่องของการวางตำแหน่งของห้องต่างๆ จากสถานการณ์ดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้ (โจทย์ใหม่)

3) เสนอให้มีการปรับความหมายของระดับคะแนนในองค์ประกอบด้านกระบวนการใช้เหตุผล ในเกณฑ์การประเมินแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ดังนี้

- สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน (เกณฑ์เดิม)

- สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และสามารถอธิบายถึงสาเหตุหรือผลของสิ่งที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องบางส่วน (เกณฑ์ใหม่)

- ไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้อย่างถูกต้องทั้งหมด (เกณฑ์เดิม)

- ไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้ถูกต้องและไม่สามารถอธิบายถึงสาเหตุหรือผลของสิ่งที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง (เกณฑ์ใหม่)

2.3.2 ผลการทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว มาปรับปรุงและแก้ไขตามข้อเสนอแนะแล้วนำไปทดลองใช้ (try out) กับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาสังคมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ซึ่งไม่ใช่กลุ่มทดลองและมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ โดยแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ดังกล่าวมีจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 8 ข้อและในแต่ละข้อจะมีข้อย่อยอีกจำนวน 3 ข้อ เพื่อวัดองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้ง 3 ด้าน ซึ่งทำให้จำนวนข้อคำถามทั้งหมดในแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่มีจำนวนทั้งสิ้น 24 ข้อ แบ่งเป็นข้อคำถามแบบปรนัยจำนวน 10 ข้อและข้อคำถามแบบอัตนัยจำนวน 14 ข้อ โดยการวัดองค์ประกอบในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่เป็นการใช้ข้อคำถามแบบปรนัย ด้านภาพตัวแทนจะเป็นข้อคำถามแบบปรนัยและอัตนัย ส่วนองค์ประกอบด้านกระบวนการใช้เหตุผลจะเป็นการใช้ข้อคำถามแบบอัตนัย โดยจะใช้เวลาในการสอบ 120 นาที ซึ่งโครงสร้างของแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงโครงสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ จำนวน 8 ข้อ

ข้อที่	ข้อย่อยที่	องค์ประกอบที่วัด	ประเภทข้อสอบ	กลุ่มเนื้อหา
1	1.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	ธรณีภาค
	1.2	ภาพตัวแทน	อัตนัย	
	1.3	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	
2	2.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	อุทกภาค
	2.3	ภาพตัวแทน	อัตนัย	
	2.2	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	
3	3.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	ธรณีภาค

ข้อที่	ข้อย่อยที่	องค์ประกอบที่วัด	ประเภทข้อสอบ	กลุ่มเนื้อหา
	3.3	ภาพตัวแทน	อัตนัย	
	3.2	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	
4	4.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	ชีวภาค
	4.3	ภาพตัวแทน	ปรนัย	
	4.2	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	
5	5.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	ชีวภาค
	5.3	ภาพตัวแทน	ปรนัย	
	5.2	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	
6	6.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	อุทกภาค
	6.3	ภาพตัวแทน	อัตนัย	
	6.2	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	
7	7.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	บรรยากาศภาค
	7.3	ภาพตัวแทน	อัตนัย	
	7.2	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	
8	8.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	บรรยากาศภาค
	8.3	ภาพตัวแทน	อัตนัย	
	8.2	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	

แบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในส่วนข้อคำถามที่เป็นแบบปรนัยจำนวน 10 ข้อ เป็นการวัดองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่และด้านภาพตัวแทน ซึ่งเป็นการหาค่าความยากง่าย (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในส่วนข้อคำถามที่เป็นแบบปรนัย โดยมีเกณฑ์ว่าค่าความยากง่าย (p) ต้องอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป หากข้อคำถามไม่ได้ตามเกณฑ์ดังกล่าวต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลของการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิง

พื้นที่ พบว่า มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.74 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.50

ผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงของเกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบ อัตนัยของแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ โดยทดสอบหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater reliability test: IRR Test) โดยการประเมินความเชื่อมั่นระหว่างผู้วิจัยและอาจารย์ผู้สอนในรายวิชา ภูมิศาสตร์ในการประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient : ICC) เพื่อวัดความสอดคล้องกันของผู้ประเมินผ่านค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น โดยใช้ตัวแบบ Two-Way Mixed-Effects Model (หน่วยตัวอย่างจะถูกประเมินโดยผู้ประเมินเดียวกัน) โดยมีค่าคะแนนอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 หากมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินในระดับสูงมาก ซึ่งรูปแบบของค่า Intraclass correlation coefficient (ICC) ที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณการ ICC นั้น ไม่ควรต่ำกว่า 0.5 โดยมีรายละเอียดของเกณฑ์คะแนน ดังนี้ (Koo & Li, 2016)

ICC เท่ากับ 0.90 - 1.00 หมายถึง มีความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับดีมาก

ICC เท่ากับ 0.75 - 0.90 หมายถึง มีความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับดี

ICC เท่ากับ 0.50 - 0.75 หมายถึง มีความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับปานกลาง

ICC เท่ากับ 0.0 - 0.50 หมายถึง มีความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับต่ำ

ในการพิจารณาหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินจากแบบทดสอบอัตนัยทั้งหมดนั้น ผลการทดสอบความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน 3 คน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นระหว่างผู้วิจัยและอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาภูมิศาสตร์ในการประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ มีค่า ICC เท่ากับ .895 ซึ่งหมายถึง มีความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับที่ดี ซึ่งการพิจารณาหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินจากแบบทดสอบอัตนัยแบบรายข้อนั้น ผลการทดสอบความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน 3 คน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นระหว่างผู้วิจัยและอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาภูมิศาสตร์ในการประเมินแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 14 ข้อที่ใช้วัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในด้านภาพตัวแทนและกระบวนการใช้เหตุผล พบว่า ค่า ICC มีค่าตั้งแต่ .704 - .973 ซึ่งหมายถึง มีความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินตั้งแต่ระดับปานกลางจนถึงระดับที่ดีมาก

3. ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

3.1 กำหนดแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Research) และใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียว วัดแบบอนุกรมเวลา (The One-Group Time Series Design) ซึ่งเป็นการศึกษากลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว แต่มีการวัดซ้ำตามช่วงเวลาที่กำหนดหลายครั้ง ทั้งก่อนระหว่างและหลังการทดลองเพื่อดูพัฒนาการ โดยในการศึกษาพัฒนาการของตัวแปรตามที่ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) จะมีการเก็บระยะห่างที่เท่ากัน (Equally Spaced) (กาญจนาภัทรวิวัฒน์, 2559) และเก็บข้อมูลหลังการให้ตัวแปรจัดกระทำทุกครั้ง (Treatment) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาพัฒนาการโดยการใช้อนุกรมเวลาในงานวิจัยของเกียรติกุลเดชชัยชาญ (2555) ที่ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาในการศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการของการคิด และ Ritter and Moore (2012) เป็นการศึกษาพัฒนาการที่มีการเก็บข้อมูลทุกสัปดาห์เช่นกัน โดยในการวิจัยครั้งนี้มีแบบแผนการทดลองดังนี้

แผนภาพที่ 13 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่ม		เวลา					
E-Group	1	2	3	4	5	6	
กลุ่มทดลอง	O ₁	O _{1.1}	O _{1.2}	O _{1.....}	O _{1.13}	O ₂	
		X					

O₁ คือ ผลที่วัดได้ก่อนการทดลองด้วยแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในสัปดาห์แรกของการเรียนการสอน

O_{1.1}, O_{1.2}, O_{1...}, O_{1.13} คือ ผลที่วัดได้ระหว่างการทดลองด้วยการตรวจผลงานโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่

O₂ คือ ผลที่วัดได้หลังการทดลองด้วยแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในสัปดาห์สุดท้ายของการเรียนการสอน (สัปดาห์ที่ 15)

X คือ การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

3.2 ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนการดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการตามขั้นตอน

ดังนี้=

3.2.1 ขั้นเตรียมผู้เรียนและเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง

3.2.1.1 แนะนำการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น และสถิติขั้นตอนต่างๆ ในการเรียน พร้อมทั้งแจ้งวัตถุประสงค์ในการเรียนและเงื่อนไขในการเรียนให้ผู้เรียนทราบ

3.2.1.2 ผู้วิจัยทดสอบผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ด้วยแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ แล้วใช้เกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในการวิเคราะห์คะแนน จากนั้นจึงรวบรวมคะแนนและนำคะแนนดังกล่าวมารวมกันเป็นคะแนนก่อนเรียน

3.2.2 ขั้นตอนการทดลองสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลอง

ในระหว่างดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนผู้เรียนกลุ่มทดลองจำนวน 1 ห้อง โดยมีจำนวนผู้เรียน 27 คน และใช้เวลาในการดำเนินการสอนสัปดาห์ละ 4 คาบ (คาบละ 1 ชั่วโมง) แผนการจัดการเรียนรู้ละ 4 คาบ จำนวน 13 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 52 คาบ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณด้วยแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในสัปดาห์แรกและสัปดาห์สุดท้าย (สัปดาห์ที่ 15) ของภาคเรียนดังกล่าว และในส่วนของการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (สัปดาห์ที่ 2 ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563) ไปจนถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 (สัปดาห์ที่ 14 ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563) โดยผู้วิจัยเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากการนำเสนอของผู้เรียนแต่ละคนที่เกิดขึ้นในขั้นที่ 5 การสะท้อนความรู้เชิงภาพ ซึ่งผู้วิจัยจะทำการบันทึกข้อมูลทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนแต่ละคนตามองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ 2) ด้านภาพตัวแทน และ 3) ด้านกระบวนการใช้เหตุผล ลงในแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ตามเกณฑ์ของแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ได้แบ่งระดับไว้ในแต่ละองค์ประกอบออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง

3.2.3 ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

3.2.3.1 การดำเนินการหลังการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอนในสัปดาห์ที่ 15 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยดำเนินการวัดผลทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนกลุ่มทดลองด้วยแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ แล้วใช้เกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในการวิเคราะห์คะแนน จากนั้นจึงรวบรวมคะแนนและนำคะแนนจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

3.2.3.2 ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้ข้อมูลมาจากการใช้แบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้ง 13 ครั้ง มาศึกษาพัฒนาการของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของกลุ่มทดลองด้วยการใช้เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในการวิเคราะห์พัฒนาการของผู้เรียน

4. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน

หลังการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน โดย ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภาพ โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในเกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้งคะแนนในช่วงก่อนและหลังการทดลอง หลังจากนั้นจึงนำคะแนนทั้งหมดมาคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS for Windows โดยการวิเคราะห์ค่าคะแนนจากผลการทำแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของกลุ่มทดลอง และดำเนินการหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละของค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนทักษะการคิดเชิงพื้นที่ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบที (Dependent t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาพัฒนาการของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภาพ โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ดำเนินการสังเกตและเก็บข้อมูลเป็นจำนวนทั้งสิ้น 13 ครั้ง ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้ระหว่างการทดลองการใช้

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมามีการวิเคราะห์และศึกษาพัฒนาการของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในเกณฑ์การประเมินแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ และพิจารณาข้อมูลที่แสดงถึงพัฒนาการของผู้เรียนในองค์ประกอบต่างๆ ของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ โดยในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่นั้น ผู้วิจัยจะนำข้อมูลระดับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนในแต่ละองค์ประกอบมาหาความถี่และร้อยละตามช่วงเวลา โดยมีการแบ่งช่วงเวลาในการศึกษาพัฒนาการของผู้เรียนออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงต้นของการทดลอง (4 คาบเรียน) ช่วงกลางของการทดลอง (5 คาบเรียน) และช่วงท้ายของการทดลอง (4 คาบเรียน) เพื่อวิเคราะห์พัฒนาการของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนทั้งในภาพรวมและจำแนกตามองค์ประกอบ แล้วสรุปผลจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นที่มีต่อทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูโดยนำเสนอในลักษณะการพรรณนาความ

ระยะที่ 4 (D2) การนำเสนอการพัฒนาการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู

1. สรุปข้อค้นพบจากการทดลองใช้และปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน

จากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ผู้วิจัยนำข้อมูลจากผลการทดลองมาวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุง พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1.1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน ทั้งข้อมูลการประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียน ข้อมูลการปฏิบัติงานของผู้เรียนขณะทดลอง และข้อมูลการสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนมาปรับปรุง พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถสรุปประเด็นการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนได้ดังนี้

1.1.1 เพิ่มรายละเอียดของกิจกรรมในขั้นที่ 3 การตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานเชิงภาพ จากเดิมที่ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนเสนอข้อสมมติฐานของตนเองและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในแต่ละประเด็น มาเป็นผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนเสนอข้อสมมติฐานของตนเอง โดยอ่านข้อสมมติฐานของตนเองและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในแต่ละประเด็น (เพิ่มใหม่)

1.1.2 เพิ่มขั้นตอนย่อยของขั้นที่ 4 การใช้กระบวนการทางปัญญา จากเดิมมี 4 ขั้นตอนย่อย เพิ่มใหม่ให้มี 5 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนค้นหาข้อมูลตาม

สมมติฐานที่ตนเองตั้งไว้ในประเด็นต่างๆ 2) ผู้เรียนแต่ละคนสืบค้นข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ และผู้เรียนแต่ละคนเรียบเรียงข้อสรุปที่ได้ในแต่ละประเด็นว่าสอดคล้องหรือแตกต่างจากสมมติฐานที่ตนเองตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร 3) ผู้สอนให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนกันตรวจสอบข้อสรุปที่ได้กับเพื่อน เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเบื้องต้น (เพิ่มเติม) 4) ผู้สอนตรวจสอบข้อสรุปที่ได้ของผู้เรียนแต่ละคน และ 5) ผู้สอนสรุปความรู้

1.1.5 ในขั้นที่ 5 การสะท้อนความรู้เชิงภาพ ผู้เรียนนำเสนอทุกประเด็นและทำให้เกิดการเร่งรีบจนส่งผลเสียต่อบรรยากาศการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงมีการปรับประเด็นในการนำเสนอเพื่อให้มีการบริหารจัดการเวลาที่เหมาะสมและส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยจึงมีการปรับให้ผู้เรียนได้เลือกประเด็นตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึง 3 แต่พบว่าประเด็นที่ผู้เรียนนำเสนออย่างไม่บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ จึงมีการปรับลดประเด็นในการจัดการเรียนรู้และให้ผู้เรียนนำเสนอทุกประเด็นที่ตั้งไว้ตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เป็นต้นไป

2. จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอนฉบับสมบูรณ์

ผู้วิจัยจัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอนฉบับสมบูรณ์ให้มีความถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ผู้สนใจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้อง โดยมีรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ฉบับสมบูรณ์ ปรากฏอยู่ในบทที่ 4 ผลการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญหาในการนิเทศภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอนตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญหาในการนิเทศภาพ

1.1 หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญหาในการนิเทศภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

1.3 แนวทางการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอน

1.4 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน

1.5 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอน

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญหาในการนิเทศภาพ ได้ดังนี้

ผลการศึกษาเชิงปริมาณ

2.1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงพื้นที่ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างในภาพรวมและจำแนกตามองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ก่อนและหลังการทดลอง

ผลการศึกษาเชิงคุณภาพ

2.2 ผลการศึกษาพัฒนาการทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญหาในการนิเทศภาพ

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ผู้วิจัยพบว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีบางประเด็นที่ต้องปรับปรุงแก้ไขในบางส่วนของขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งหลังจากได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้ว พบว่ารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู มีองค์ประกอบดังนี้

1.1 หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ ได้มาจากการสรุปสาระสำคัญของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพแล้วนำสาระสำคัญของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพมาวิเคราะห์ และสังเคราะห์ เพื่อพัฒนาไปสู่หลักการของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ หลังจากนั้นจึงนำหลักการของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ มาวิเคราะห์เพื่อพัฒนาเป็นหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนที่มีวัตถุประสงค์ของรูปแบบเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่สำหรับนักศึกษาครู ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ มีหลักการสำคัญ คือ การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการใช้กระบวนการทางความคิดในการนิเทศภาพและการสร้างความรู้ด้วยตนเองจนเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งประกอบด้วย 5 หลักการ ดังนี้

หลักการที่ 1 การใช้รูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจและสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการใช้กระบวนการทางปัญญาในการเรียนรู้

หลักการที่ 2 การทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนด้วยรูปแบบเชิงภาพจะช่วยกระตุ้นความทรงจำของผู้เรียนให้เกิดการเชื่อมโยงกับสิ่งที่ศึกษา เพื่อนำไปสู่กระบวนการสร้างความรู้ใหม่

หลักการที่ 3 กระบวนการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบเชิงภาพที่สร้างความเข้าใจและสัมพันธ์กับความรู้เดิม จะช่วยกระตุ้นผู้เรียนให้ใช้กระบวนการทางปัญญาในการแสวงหาความรู้และปรับโครงสร้างทางปัญญา

หลักการที่ 4 กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนเป็นผลมาจากกระบวนการเรียนรู้ที่นำรูปแบบเชิงภาพมาช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจนเกิดเป็นความคิดรวบยอด

หลักการที่ 5 รูปแบบเชิงภาพภายนอกเป็นเครื่องมือที่ช่วยสะท้อนให้เห็นถึงโครงสร้างทางปัญญาที่เกิดขึ้นของผู้เรียน

1.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ให้กับนักศึกษาครู

1.3 แนวทางการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยวิเคราะห์แนวทางในการจัดการเรียนการสอนจากหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ซึ่งมีทั้งหมด 5 ข้อ ดังนี้

1) การนำรูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจและสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความพยายามทางคิดในการเรียนรู้

2) การสร้างความเข้าใจด้วยการตั้งคำถามเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นกระบวนการทางความคิดในการเชื่อมโยงกับเนื้อหาความรู้ใหม่และปรับโครงสร้างทางปัญญา

3) การตั้งประเด็นปัญหาเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ จะช่วยให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดในการตั้งสมมติฐานและนำไปสู่การแสวงหาความรู้

4) ผู้สอนให้คำแนะนำและกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางปัญญาเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพในการสร้างความรู้ใหม่จนเกิดเป็นความคิดรวบยอด

5) ผู้เรียนใช้รูปแบบเชิงภาพภายนอก เพื่อแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้น

1.4 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมเชิงภาพ

เป็นขั้นตอนของการนำรูปแบบเชิงภาพมาใช้กระตุ้นความสนใจและทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน โดยผู้สอนจะใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพในการกระตุ้นกระบวนการทางความคิดของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบเชิงภาพและทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหาความรู้ใหม่ ในขั้นนี้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย ได้แก่

- 1) ผู้สอนนำเสนอรูปแบบเชิงภาพที่มีความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนหรือเป็นสิ่งที่ผู้เรียนสนใจ
- 2) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนต่อปัญหาหรือสถานการณ์ของรูปแบบเชิงภาพที่นำเสนอ พร้อมทั้งสำรวจความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนที่สัมพันธ์กับรูปแบบเชิงภาพและมีความจำเป็นต่อการเรียนรู้
- 3) ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดที่มาจากความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่ผู้สอนนำเสนอ

บทบาทผู้สอน

- 1) ศึกษาข้อมูลรูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนหรือเป็นสิ่งที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและเป็นรูปแบบเชิงภาพที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา

- 2) ใช้คำถามนำเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพและนำไปสู่การทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ซึ่งเป็นประเด็นที่สัมพันธ์กับเนื้อหา

บทบาทผู้เรียน

- 1) รับฟังผู้สอนในการนำเสนอรายละเอียดของรูปแบบเชิงภาพ

2) สังเกตรูปแบบเชิงภาพและนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมมาใช้ในการมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นและตอบคำถามตามความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพ

ขั้นที่ 2 การนิกภาพและเชื่อมโยง

เป็นขั้นตอนของการนำเสนอเนื้อหาความรู้ใหม่ โดยผู้สอนตั้งคำถามเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาความรู้ใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางปัญญาและเกิดความคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ซึ่งเป็นการนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจากรูปแบบเชิงภาพมาเชื่อมโยงกับการเรียนรู้เนื้อหาความรู้ใหม่ ในขั้นนี้ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย ได้แก่

- 1) ผู้สอนใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับเนื้อหาความรู้ใหม่ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม
- 2) ผู้เรียนพยายามใช้กระบวนการทางความคิดในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับเนื้อหาความรู้ใหม่

บทบาทผู้สอน

- 1) ศึกษาข้อมูลรูปแบบเชิงภาพที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและสอดคล้องกับเนื้อหาความรู้ใหม่
- 2) ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความพยายามทางความคิดในการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับรูปแบบเชิงภาพ เพื่อนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาความรู้ใหม่

บทบาทผู้เรียน

- 1) สังเกตรายละเอียดของรูปแบบเชิงภาพและใช้กระบวนการทางปัญญาในการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมกับรูปแบบเชิงภาพที่ผู้สอนนำเสนอ
- 2) มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและตอบคำถาม

ขั้นที่ 3 การตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานเชิงภาพ

เป็นขั้นตอนของการตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานของผู้เรียนแต่ละคนเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ โดยผู้เรียนจะใช้กระบวนการทางปัญญาในการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ และเกิดการอภิปรายร่วมกันจนได้แนวทางในการแสวงหาคำตอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้แนวทางในการแสวงหาความรู้จากรูปแบบเชิงภาพ ในขั้นนี้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย ได้แก่

- 1) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ตั้งประเด็นปัญหาและข้อสมมติฐานของตนเอง และเสนอข้อสมมติฐานของตนเองเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ
- 2) ผู้เรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับข้อสมมติฐานของตนเองเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ
- 3) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปข้อสมมติฐานที่ได้จากการอภิปรายร่วมกัน จนเกิดเป็นแนวทางในการแสวงหาคำตอบที่มีต่อรูปแบบเชิงภาพ

บทบาทผู้สอน

- 1) กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตั้งประเด็นปัญหาและข้อสมมติฐานของตนเองเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ
- 2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นร่วมกันจนเกิดการอภิปรายเกี่ยวกับข้อสมมติฐานของตนเอง
- 3) สรุปข้อสมมติฐานของผู้เรียนและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นแนวทางในการแสวงหาคำตอบต่อข้อสมมติฐานของตนเอง

บทบาทผู้เรียน

- 1) ใช้กระบวนการทางปัญญาในการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของตนกับรูปแบบเชิงภาพ เพื่อตั้งข้อสมมติฐานที่นำไปสู่การแสวงหาคำตอบ
- 2) มีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับข้อสมมติฐานทั้งของตนเองและผู้อื่น
- 3) มีส่วนร่วมในการหาข้อสรุปเพื่อเป็นแนวทางในการแสวงหาคำตอบเกี่ยวกับข้อสมมติฐานของตนเอง

ขั้นที่ 4 การใช้กระบวนการทางปัญญา

เป็นขั้นตอนของการนำสมมติฐานที่ได้มาทำการสืบค้น โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดความรู้ใหม่และกลายเป็นความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญาในขั้นนี้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนย่อย ได้แก่

- 1) ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลจากเอกสารหรือสื่อต่างๆ ที่ผู้สอนให้คำแนะนำ เพื่อทำการสืบค้น จนสามารถตอบข้อสมมติฐานที่ผู้เรียนกำหนดขึ้น

2) ผู้เรียนทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ตามที่ผู้สอนให้คำแนะนำ โดยเป็นการแสวงหาคำตอบตามข้อสมมติฐานที่ตนเองตั้งไว้ จนได้ข้อสรุปหรือคำตอบของสมมติฐานของตนเอง

3) ผู้สอนให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนกันตรวจสอบข้อสรุปที่ได้กับเพื่อน เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเบื้องต้น

4) ผู้สอนให้ผลสะท้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคลเกี่ยวกับข้อสรุปของคำตอบที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้แนวทางคำตอบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้จนเกิดเป็นความรู้ใหม่

5) ผู้สอนอธิบายในเชิงภาพเชื่อมโยงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดในการเชื่อมโยง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดจากการนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น

บทบาทผู้สอน

- 1) อธิบายถึงแนวทางในการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ กับให้ผู้เรียน
- 2) มอบหมายให้ผู้เรียนทำการสืบค้นข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับข้อสมมติฐานที่ตนเองได้ตั้งไว้และให้คำแนะนำในการสืบค้น
- 3) ตรวจสอบข้อสรุปที่ได้ของผู้เรียนแต่ละคนพร้อมทั้งให้ผลสะท้อนกลับ (Feedback) เกี่ยวกับข้อสรุปที่ได้ว่ามีความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
- 4) ใช้คำถามนำเพื่อให้ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อสรุปของตนเองกับรูปแบบเชิงภาพจนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่เกิดขึ้นใหม่
- 5) อธิบายและยกตัวอย่างในเชิงภาพให้ผู้เรียนเห็นถึงความสัมพันธ์กันระหว่างความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน พร้อมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความพยายามทางความคิดในการสร้างความสัมพันธ์กันจนเกิดเป็นความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ

บทบาทผู้เรียน

- 1) ทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ตามที่ได้รับคำแนะนำจากผู้สอน เพื่อหาคำตอบให้กับข้อสมมติฐานของตนเอง

- 2) รวบรวมข้อมูลและหาข้อสรุป เพื่อตอบคำถามตามข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้
- 3) ใช้กระบวนการทางปัญญาในการเชื่อมโยงข้อสรุปกับรูปแบบเชิงภาพจนเกิดเป็นความรู้ใหม่
- 4) สร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่จนเกิดเป็นความคิดรวบยอดในเชิงภาพ

ขั้นที่ 5 การสะท้อนความรู้เชิงภาพ

เป็นขั้นตอนของการใช้ภาพตัวแทนสะท้อนความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นผ่านการนำเสนอ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งผู้เรียนจะได้สะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นผ่านการนำเสนอด้วยภาพตัวแทนภายนอก ในขั้นนี้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย ได้แก่

1) ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนใช้สื่อหรือเครื่องมือต่างๆ ในการสะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นในเชิงภาพ

2) ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลในเชิงภาพ เพื่อสะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้น

3) ผู้สอนให้ข้อเสนอแนะกับผู้เรียนเกี่ยวกับการนำเสนอของแต่ละบุคคล

บทบาทผู้สอน

1) มอบหมายให้ผู้เรียนออกมานำเสนอรูปแบบเชิงภาพ โดยใช้สื่อต่างๆ ในการนำเสนอ พร้อมทั้งให้ผู้เรียนอธิบายความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นของตนเอง

2) ดำเนินการอภิปรายโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและใช้คำถาม เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้นำเสนอ

3) ช่วยให้ข้อเสนอแนะและประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนผ่านรูปแบบเชิงภาพ

บทบาทผู้เรียน

1) เลือกใช้สื่อต่างๆ เพื่อนำเสนอความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นในเชิงภาพ

2) นำเสนอรูปแบบเชิงภาพพร้อมและตอบคำถาม เพื่อสะท้อนถึงความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้น

3) มีส่วนร่วมในการอภิปรายและแสดงความคิดเห็น

1.5 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอน

การวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภาพ ผู้วิจัยกำหนดแนวทางการวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน โดยดำเนินการวัดและประเมินผลก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ซึ่งมีรายละเอียด 2 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ก่อนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น
- 2) การประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู หลังการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภาพ

การศึกษาคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภาพ ดำเนินการโดยนำรูปแบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิชา สังคมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ชั้นปีที่ 1 ภาคการศึกษาปลาย จำนวน 27 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยการนำเสนอคุณภาพการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัย ซึ่งมีการนำเสนอตามลำดับดังนี้

ผลการศึกษาเชิงปริมาณ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 2.1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังการทดลอง โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนทักษะการคิดเชิงพื้นที่ และจำแนกตามองค์ประกอบในแต่ละด้าน ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูและจำแนกตามองค์ประกอบ
(n=27)

ตัวแปร/องค์ประกอบ	คะแนนเต็ม	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	p-value
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ทักษะการคิดเชิงพื้นที่	52	18.11	6.92	32.19	7.99	13.918	.000*
1) ด้านความรู้เกี่ยวกับ มิติเชิงพื้นที่	8	3.81	1.24	6.44	1.25	9.824	.000*
2) ด้านภาพตัวแทน	20	9.89	3.78	13.41	3.63	5.238	.000*
3) ด้านกระบวนการใช้ เหตุผล	24	4.41	3.04	12.33	4.51	12.008	.000*

*p < .05

จากตารางที่ 15 พบว่า ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่างในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 18.11 คะแนน และ 32.19 คะแนน ตามลำดับ มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 6.92 และ 7.99 ตามลำดับ และจากการทดสอบค่า t (t-paired sample test) พบว่า ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาจำแนกตามองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้ง 3 องค์ประกอบของกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และเมื่อพิจารณาจากการทดสอบค่า t (t-paired sample test) ขององค์ประกอบในแต่ละด้าน พบว่า ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้ง 3 องค์ประกอบของกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้น สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพสามารถเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนให้สูงขึ้น

ผลการศึกษาเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูจากแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

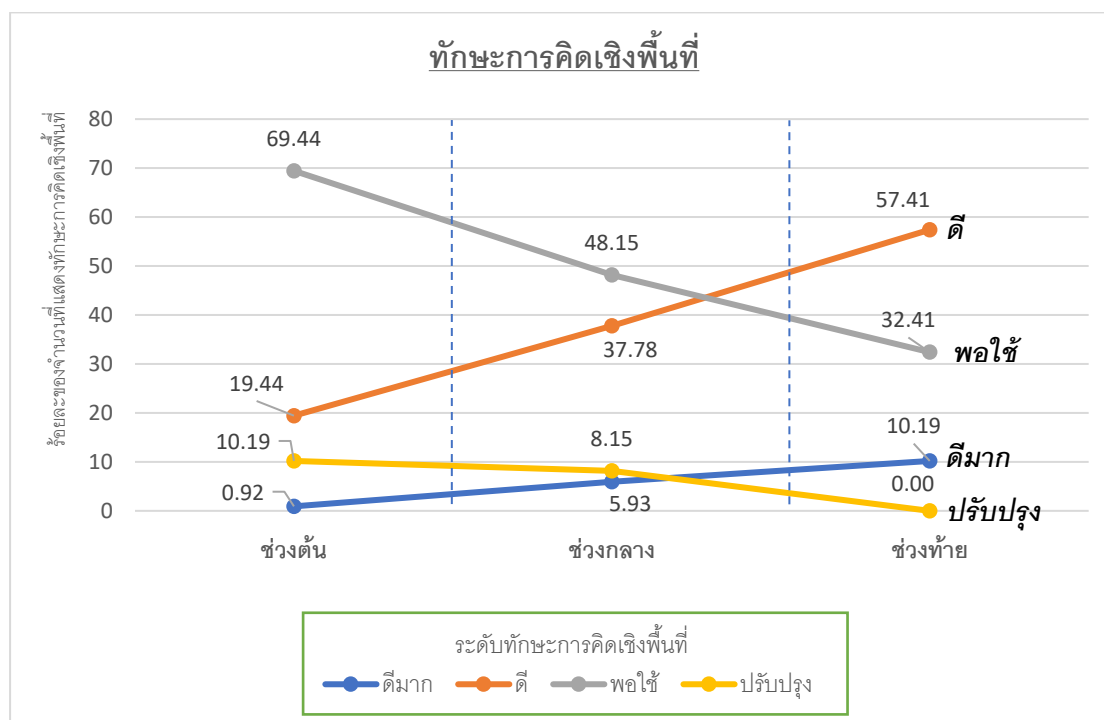
2.2 ผลการศึกษาพัฒนาการทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นการนำเสนอผลการสรุปและการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนในชั้นการสะท้อนความรู้เชิงภาพ ซึ่งเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนแต่ละคนได้นำเสนอรูปแบบเชิงภาพที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นจากกระบวนการแสวงหาความรู้จนได้ข้อสรุปจนเกิดเป็นความรู้ใหม่และกลายเป็นความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ พร้อมทั้งตรวจสอบความรู้ความเข้าใจจากการตอบคำถามเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สอดคล้องกับหลักการของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิยามและสนับสนุนข้อมูลเชิงปริมาณที่พบว่า ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างมีทักษะการคิดเชิงพื้นที่หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง โดยทักษะการคิดเชิงพื้นที่มีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ 2) ภาพตัวแทน และ 3) กระบวนการใช้เหตุผล โดยนำเสนอผลการสรุปและวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนที่แบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเริ่มต้นของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เป็นช่วงของการจัดการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึง 4 (คาบเรียนที่ 2 ถึง 5) ช่วงกลางของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เป็นช่วงของการจัดการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ถึง 9 (คาบเรียนที่ 6 ถึง 10) และช่วงท้ายของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เป็นช่วงของการจัดการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ถึง 13 (คาบเรียนที่ 11 ถึง 14)

ตารางที่ 16 การเปลี่ยนแปลงของระดับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ จำแนกตามระดับคุณภาพ (n=27)

ระดับ	ร้อยละของจำนวนที่แสดงทักษะการคิดเชิงพื้นที่		
	ช่วงต้นของการทดลอง	ช่วงกลางของการทดลอง	ช่วงท้ายของการทดลอง
ดีมาก	0.92	5.93	10.19
ดี	19.44	37.78	57.41
พอใช้	69.44	48.15	32.41
ปรับปรุง	10.19	8.15	0.00

แผนภาพที่ 14 แสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับทักษะการคิดเชิงพื้นที่



ผลการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลที่ได้จากการบันทึกแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ได้จากการสังเกตการนำเสนอของผู้เรียนที่แสดงทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในตารางที่ 16 ผู้วิจัยนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างเป็นแผนภาพที่ 14 เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูในระหว่างการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า จากเส้นกราฟในแผนภาพที่ 14 จะเห็นได้ว่าระดับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ลดลงจากช่วงต้นของการทดลองไปจนถึงช่วงท้ายของการทดลอง คือ ระดับปรับปรุงและระดับพอใช้ ส่วนระดับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงต้นการทดลองไปจนถึงช่วงท้ายของการทดลอง คือ ระดับดีและดีมาก โดยระดับปรับปรุงลดลงจาก 10.19 ในช่วงต้นของการทดลองมาเป็น 0.00 ในช่วงท้ายของการทดลอง เช่นเดียวกันกับระดับพอใช้ที่ลดลงจาก 69.44 ในช่วงต้นของการทดลองมาเป็น 32.41 ในช่วงท้ายของการทดลอง ในทำนองกลับกันระดับดีมีการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนจาก 19.44 ในช่วงต้นของการทดลองมาเป็น 57.41 ในช่วงท้ายของการทดลอง เช่นเดียวกันกับระดับดีมากที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 0.92 ในช่วงต้นของการทดลองมาเป็น 10.19 ในช่วงท้ายของการทดลอง จากผลการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลที่ได้จากการบันทึกแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ได้จากการสังเกตการนำเสนอของผู้เรียนที่แสดงออกถึงทักษะการคิดเชิงพื้นที่ดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการของทักษะ

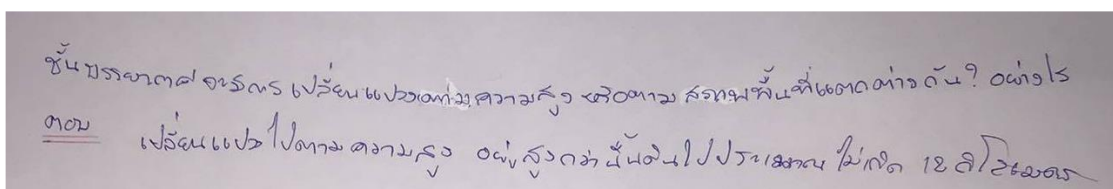
การคิดเชิงพื้นที่ที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นของการทดลองจนถึงช่วงท้ายของการทดลอง โดยมีรายละเอียดขององค์ประกอบทั้ง 3 ด้านของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ดังนี้

1) ด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ (Concepts of Space) หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ที่ถูกปรับไว้อย่างเหมาะสม (Tailored) ในแต่ละแขนงวิชา โดยมีกรอบเชิงพื้นที่ในการคิด ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจคุณสมบัติของวัตถุหรือสิ่งที่ศึกษาในเชิงพื้นที่ทั้งในเรื่องตำแหน่ง ระยะทาง มุม ทิศทาง การเปลี่ยนมิติในการมอง ภาพสะท้อน การหมุนวัตถุ การเปลี่ยนแปลงขนาดและความสัมพันธ์กันของวัตถุหรือสิ่งที่ศึกษาทั้งรูปแบบ ความหนาแน่น การกระจายตัวและการจัดประเภทเพื่อการวางแผน วางกลยุทธ์ แก้ไขปัญหา การตัดสินใจ หรือสร้างความเข้าใจ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนที่แสดงออกถึงองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ พบว่า ในช่วงเริ่มต้นของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ถูกต้องบางส่วนและไม่สามารถเชื่อมโยงทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความรู้มาสนับสนุนได้ครบถ้วน โดยผู้เรียนจะสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ถูกต้องบ้างและใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ผิดพลาดบ้าง เมื่อเรียนถึงช่วงกลางของการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนผู้เรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ถูกต้องเพิ่มมากขึ้นและมีการใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ที่ผิดพลาดลดน้อยลง ทำให้เห็นได้ว่าผู้เรียนค่อยๆ มีพัฒนาการที่ขึ้นในองค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ช่วงเริ่มต้นของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ตัวอย่างที่ 1



ผู้เรียนใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่เกี่ยวกับเรื่องการเปลี่ยนแปลงชั้นบรรยากาศตามความสูงและตามสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน โดยผู้เรียนนำเสนอว่า “ชั้นบรรยากาศมีการ

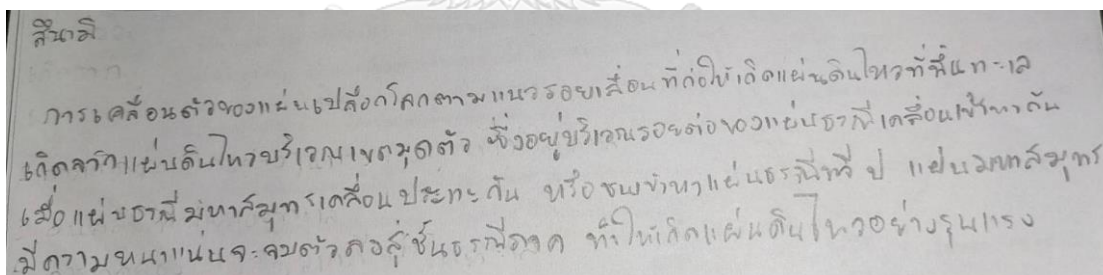
เปลี่ยนแปลงไปตามความสูง อยู่สูงกว่าพื้นดินไปประมาณไม่เกิน 12 กิโลเมตร” (คาบเรียนที่

4)

จากตัวอย่างที่ 1 แสดงให้เห็นว่าในช่วงเริ่มต้นของการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน ผู้เรียนประสบปัญหาในการใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ โดยผู้เรียนจะนำเสนอข้อมูลได้ค่อนข้างน้อยและขาดการแสดงรายละเอียดต่างๆ ของสิ่งที่ศึกษา ซึ่งสิ่งที่ผู้เรียนนำเสนอมาเป็นสิ่งที่ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น กล่าวคือ ชั้นบรรยากาศทั้งหมดมีความสูงไม่น้อยกว่า 140 กิโลเมตร ที่ประกอบไปด้วยชั้นบรรยากาศ 4 ชั้น (แบ่งตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ) ซึ่งที่ผู้เรียนตอบมาเป็นเพียงชั้นแรกที่ติดกับพื้นผิวโลกเท่านั้น ยังขาดรายละเอียดของชั้นบรรยากาศอีก 3 ชั้นและรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงชั้นบรรยากาศตามลักษณะภูมิประเทศที่ยังไม่ได้มีการนำเสนอความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ในเรื่องดังกล่าวได้อย่างครบถ้วน ซึ่งทำให้เห็นว่าผู้เรียนยังขาดความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่เกี่ยวกับชั้นบรรยากาศว่าหากบรรยากาศที่สูงขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ สัดส่วนของก๊าซและประเภทของก๊าซที่ลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศที่แตกต่างกันอย่างไรและเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

ช่วงกลางของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ตัวอย่างที่ 2



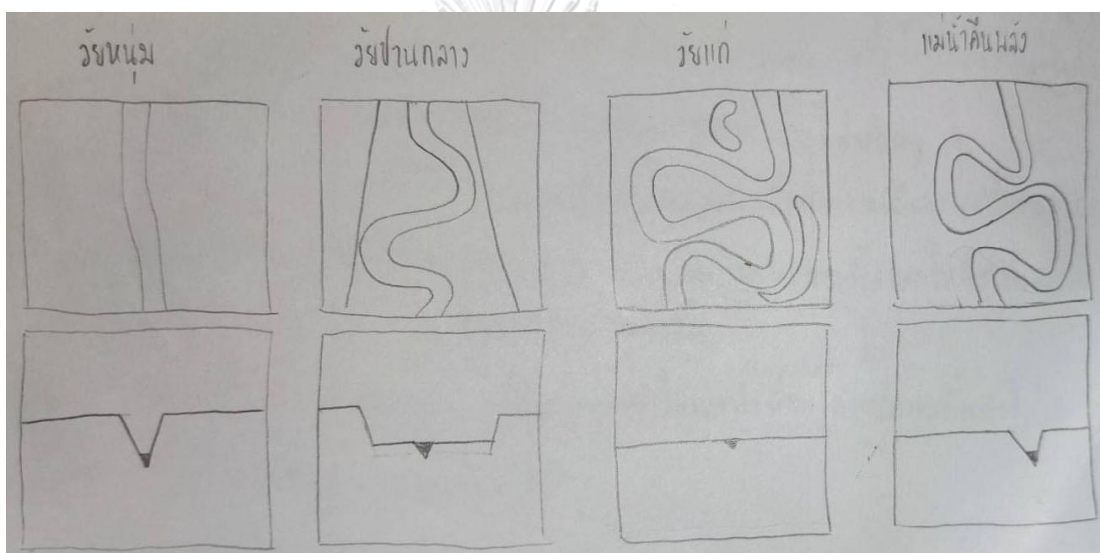
ผู้เรียนใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่เกี่ยวกับเรื่องธรณีภาค โดยเป็นการนำเสนอเกี่ยวกับการเกิดสึนามิ โดยผู้เรียนนำเสนอว่า “การเคลื่อนตัวแผ่นเปลือกโลกตามแนวรอยเลื่อนที่ก่อให้เกิดแผ่นดินไหวที่พื้นทะเล เกิดจากแผ่นดินไหวบริเวณเขตมุดตัว ซึ่งอยู่บริเวณรอยต่อของแผ่นธรณีที่เคลื่อนเข้าหากัน เมื่อแผ่นธรณีมหาสมุทรเคลื่อนปะทะกันหรือชนเข้าหาแผ่นธรณีทวีป แผ่นมหาสมุทรที่มีความหนาแน่นจะจมตัวลงสู่ชั้นธรณีภาค ทำให้เกิดแผ่นดินไหวอย่างรุนแรง” (คาบเรียนที่ 9)

จากตัวอย่างที่ 2 แสดงให้เห็นว่าในช่วงกลางของการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน ผู้เรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในด้านการการใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ โดยผู้เรียนสามารถ

นำเสนอข้อมูลที่แสดงถึงรายละเอียดได้มากยิ่งขึ้นและสะท้อนให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่ศึกษามากขึ้น อีกทั้งยังมีความเข้าใจเกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ที่มากขึ้นโดยสามารถสังเกตได้จากการนำเสนอเกี่ยวกับการชนกันระหว่างแผ่นธรณีมหาสมุทรกับแผ่นธรณีทวีปที่แผ่นธรณีมหาสมุทรจะมีการมุดตัวลงสู่เบื้องล่าง เนื่องจากมีความหนาแน่นที่มากกว่าแผ่นธรณีทวีป แต่อย่างไรก็ตามผู้เรียนก็ยังขาดการนำเสนอข้อมูลรายละเอียดที่ถูกต้องอีกเล็กน้อยเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของน้ำจากจุดที่เกิดการชนกันของแผ่นธรณีจนกลายเป็นคลื่นยักษ์ที่เคลื่อนตัวเข้าสู่ชายฝั่งและเกิดเป็นคลื่นสึนามิ

ช่วงท้ายของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ตัวอย่างที่ 3



ผู้เรียนใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่เกี่ยวกับเรื่องระบบแม่น้ำและภูมิประเทศ โดยเป็นการนำเสนอเกี่ยวกับเรื่องวิวัฒนาการของแม่น้ำที่มีการแบ่งช่วงอายุของแม่น้ำเป็น 4 ช่วงอายุ ได้แก่ วัยหนุ่ม วัยปานกลาง วัยแก่ และแม่น้ำคั่นผืน ซึ่งในภาพดังกล่าวผู้เรียนได้มีการนำเสนอลักษณะที่แตกต่างกันของแม่น้ำในแต่ละช่วงวัย อีกทั้งยังมีการนำเสนอภาพตัดขวางของแม่น้ำให้เห็นถึงลักษณะที่แตกต่างกันของการกัดเซาะของแม่น้ำในแต่ละช่วงวัย (คาบเรียนที่ 11)

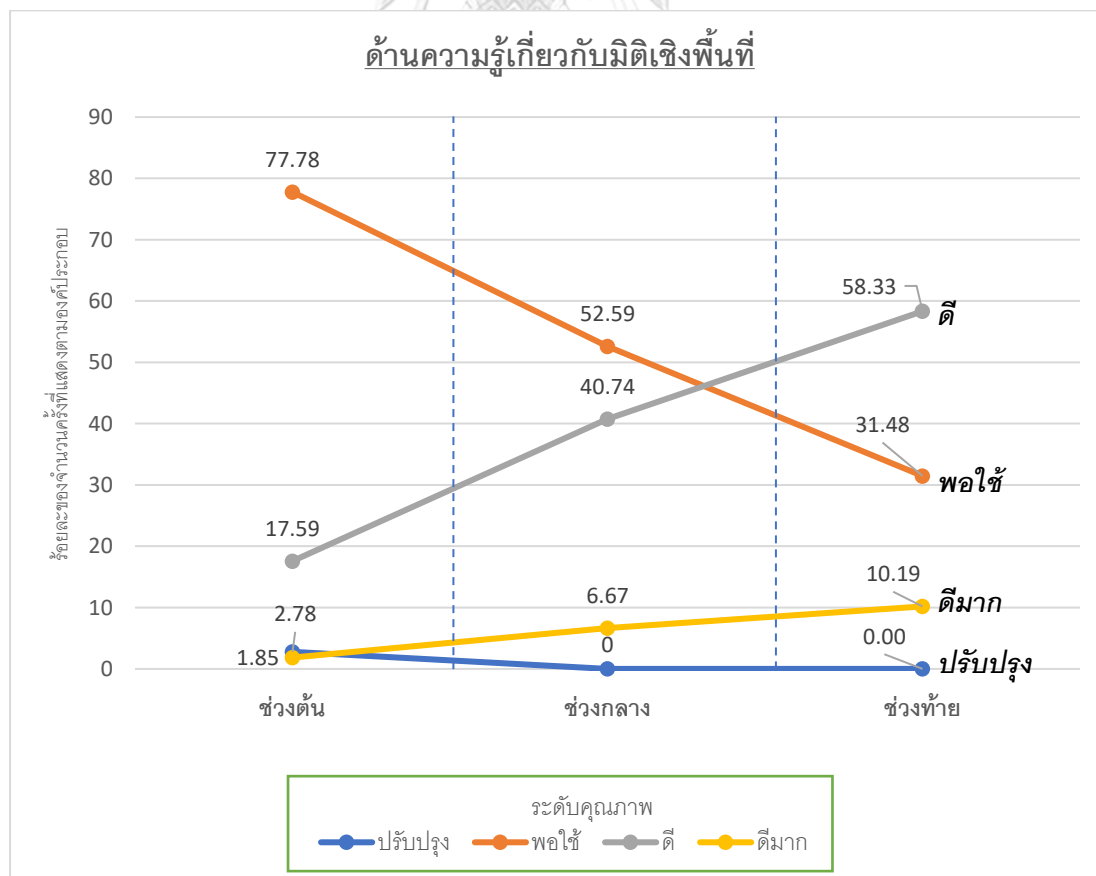
จากตัวอย่างที่ 3 แสดงให้เห็นว่าในช่วงท้ายของการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน ผู้เรียนมีพัฒนาการที่ดีในด้านการการใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ โดยผู้เรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ในเรื่องของระบบแม่น้ำและภูมิประเทศได้อย่างถูกต้อง ซึ่งผู้เรียนสามารถนำเสนอให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ที่ถูกต้อง เช่น ลักษณะความคดโค้งของแม่น้ำในแต่ละช่วงวัยที่สัมพันธ์กับความเร็วของแม่น้ำที่ผู้เรียนได้แสดงให้เห็นในลักษณะภาพตัดขวางของ

แม่น้ำว่าแม่น้ำวัยหนุ่มจะมีการไหลที่เร็วมีลักษณะเป็นเส้นตรงและการกัดเซาะรุนแรงในแนวดิ่ง แม่น้ำวัยปานกลางเป็นแม่น้ำที่เริ่มไหลช้ามีความคดโค้งมากขึ้นและการกัดเซาะเป็นไปในแนวนอนมากขึ้น เป็นต้น

ตารางที่ 17 การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ จำแนกตามระดับคุณภาพ (n=27)

ระดับ	ร้อยละของจำนวนที่แสดงตามองค์ประกอบ		
	ช่วงต้นของการทดลอง	ช่วงกลางของการทดลอง	ช่วงท้ายของการทดลอง
ดีมาก	1.85	6.67	10.19
ดี	17.59	40.74	58.33
พอใช้	77.78	52.59	31.48
ปรับปรุง	2.78	0.00	0.00

แผนภาพที่ 15 แสดงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่



ผลการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลที่ได้จากการบันทึกแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ได้จากการสังเกตการนำเสนอของผู้เรียนที่แสดงออกถึงองค์ประกอบในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ในตารางที่ 17 ผู้วิจัยนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างเป็นแผนภาพที่ 15 เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับคุณภาพในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูในระหว่างการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า จากเส้นกราฟในแผนภาพที่ 15 จะเห็นได้ว่าระดับคุณภาพในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ที่ลดลงจากช่วงต้นของการทดลองไปจนถึงช่วงท้ายของการทดลอง คือ ระดับปรับปรุงและระดับพอใช้ ส่วนระดับคุณภาพในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงต้นของการทดลองไปจนถึงช่วงท้ายของการทดลอง คือ ระดับดีและดีมาก โดยระดับปรับปรุงลดลงจาก 2.78 ในช่วงต้นของการทดลองมาเป็น 0.00 ในช่วงท้ายของการทดลอง เช่นเดียวกับระดับพอใช้ที่ลดลงจาก 77.78 ในช่วงต้นของการทดลองมาเป็น 31.48 ในช่วงท้ายของการทดลอง ในทำนองกลับกันระดับดีมีการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนจาก 17.59 ในช่วงต้นของการทดลองมาเป็น 58.33 ในช่วงท้ายของการทดลอง เช่นเดียวกับระดับดีมากที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 1.85 ในช่วงต้นของการทดลองมาเป็น 10.19 ในช่วงท้ายของการทดลอง จากผลการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลที่ได้จากการบันทึกแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ได้จากการสังเกตการนำเสนอของผู้เรียนที่แสดงออกถึงองค์ประกอบในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าผู้เรียนมีพัฒนาการขององค์ประกอบในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นของการทดลองจนถึงช่วงท้ายของการทดลอง

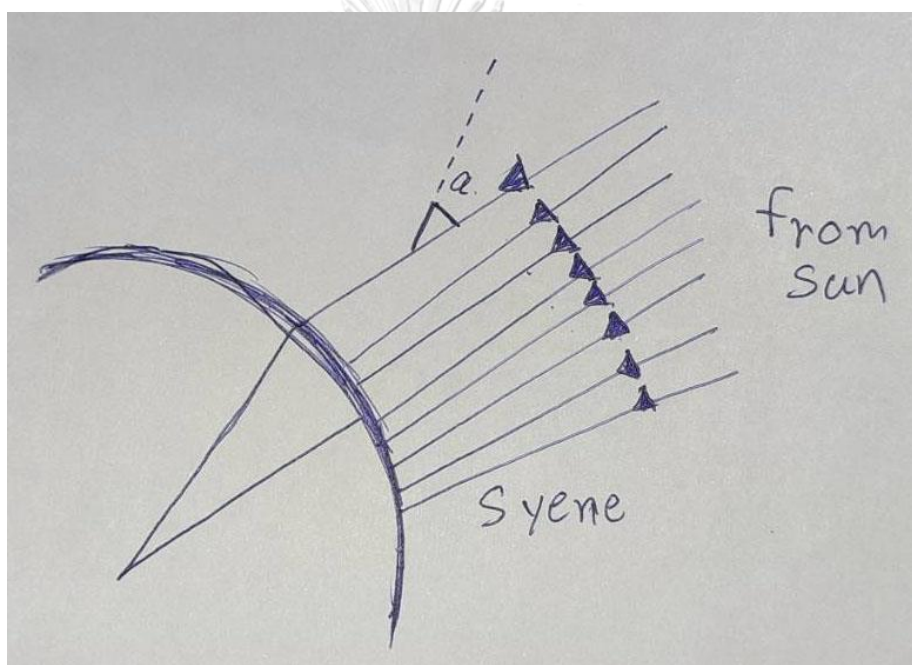
2) ด้านภาพตัวแทน (Representation) หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาพตัวแทนภายใน (Mental Representation) ในการนึกภาพร่วมกับการใช้กระบวนการทางความคิดเพื่อการวางแผน การแก้ไขปัญหาหรือสร้างการตัดสินใจ ผ่านกระบวนการใช้เหตุผลและความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ แล้วสามารถใช้ตัวแทนภายนอก (External Representation) ในการสื่อสารทางความคิดกับบุคคลอื่น

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนที่แสดงออกถึงองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในด้านภาพตัวแทน พบว่า ในช่วงเริ่มต้นของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้ แต่ไม่สามารถอธิบายความหมายขององค์ประกอบต่างๆ ในภาพได้ โดยผู้เรียนจะมีการใช้ภาพตัวแทน

ภายนอกในการนำเสนอ แต่ภาพตัวแทนที่ใช้นำเสนอนั้นมาจากการจำมาจากสื่อการเรียนรู้ต่างๆ ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถอธิบายองค์ประกอบต่างๆ ที่อยู่ในภาพนั้นได้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนยังไม่เคยมีการฝึกทักษะในการใช้ภาพตัวแทนในการสะท้อนความรู้ความเข้าใจผ่านการนำเสนอ แต่เมื่อผู้เรียนได้เรียนถึงช่วงกลางของการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนผู้เรียนสามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้และสามารถอธิบายความหมายขององค์ประกอบต่างๆ ในภาพตัวแทนภายนอกได้มากขึ้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ช่วงเริ่มต้นของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

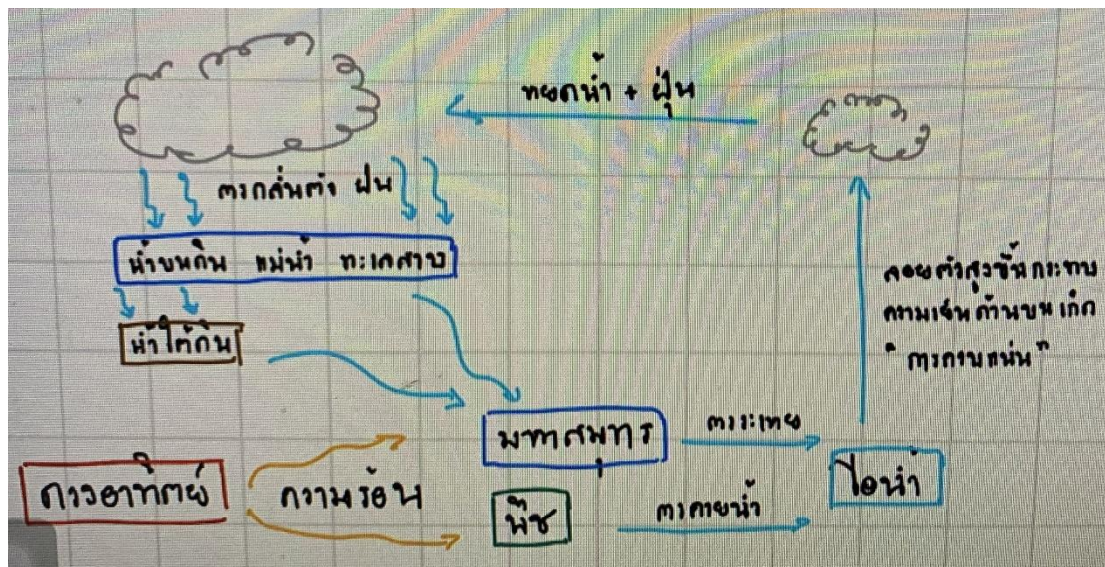
ตัวอย่างที่ 4



จากตัวอย่างที่ 4 ผู้เรียนใช้ภาพตัวแทนในการนำเสนอเกี่ยวกับเรื่องสัณฐานของโลก (คาบเรียนที่ 2) โดยผู้เรียนนำเสนอในประเด็นเกี่ยวกับการศึกษาสัณฐานของโลกในอดีต ซึ่งในภาพจะเห็นว่าผู้เรียนสามารถแสดงองค์ประกอบของการศึกษาสัณฐานของโลกในอดีตได้ แต่ไม่ได้แสดงองค์ประกอบของการศึกษาสัณฐานโลกในอดีตได้ครบถ้วน เช่น ตำแหน่งของเมือง Alexandria ละติจูดของเมืองต่างๆ มุมเบี่ยงเบนของแสงจากดวงอาทิตย์ เป็นต้น ซึ่งจะเห็นว่าผู้เรียนไม่สามารถอธิบายองค์ประกอบต่างๆ ที่อยู่ในภาพได้ในช่วงต้นของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ช่วงกลางของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

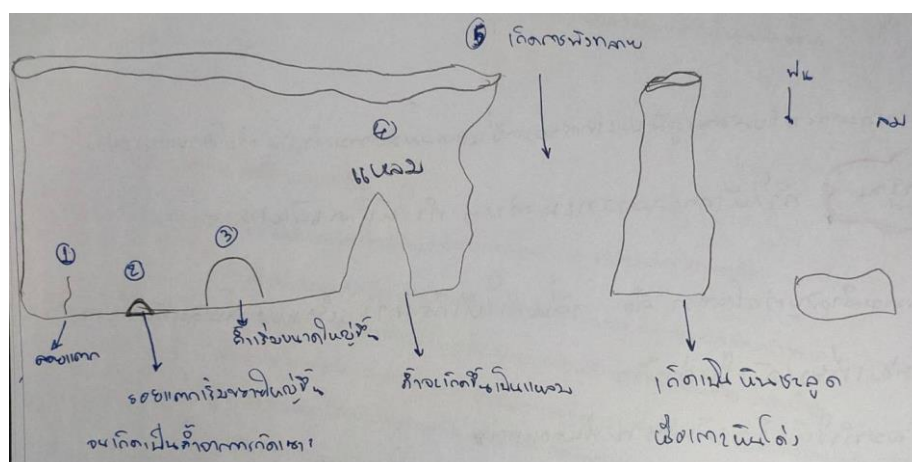
ตัวอย่างที่ 5



จากตัวอย่างที่ 5 ผู้เรียนใช้ภาพตัวแทนในการนำเสนอเกี่ยวกับเรื่องน้ำและความชื้นในบรรยากาศ (คาบเรียนที่ 6) โดยผู้เรียนนำเสนอในประเด็นเกี่ยวกับกลไกการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ ซึ่งในภาพจะเห็นได้ว่าผู้เรียนสามารถแสดงองค์ประกอบต่างๆ ของกลไกการเกิดฝนได้อย่างครบถ้วนและสามารถอธิบายองค์ประกอบต่างๆ ในภาพได้ แสดงให้เห็นว่าในช่วงกลางของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนั้น ผู้เรียนมีพัฒนาการในองค์ประกอบด้านภาพตัวแทนที่ดีขึ้น

ช่วงท้ายของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ตัวอย่างที่ 6

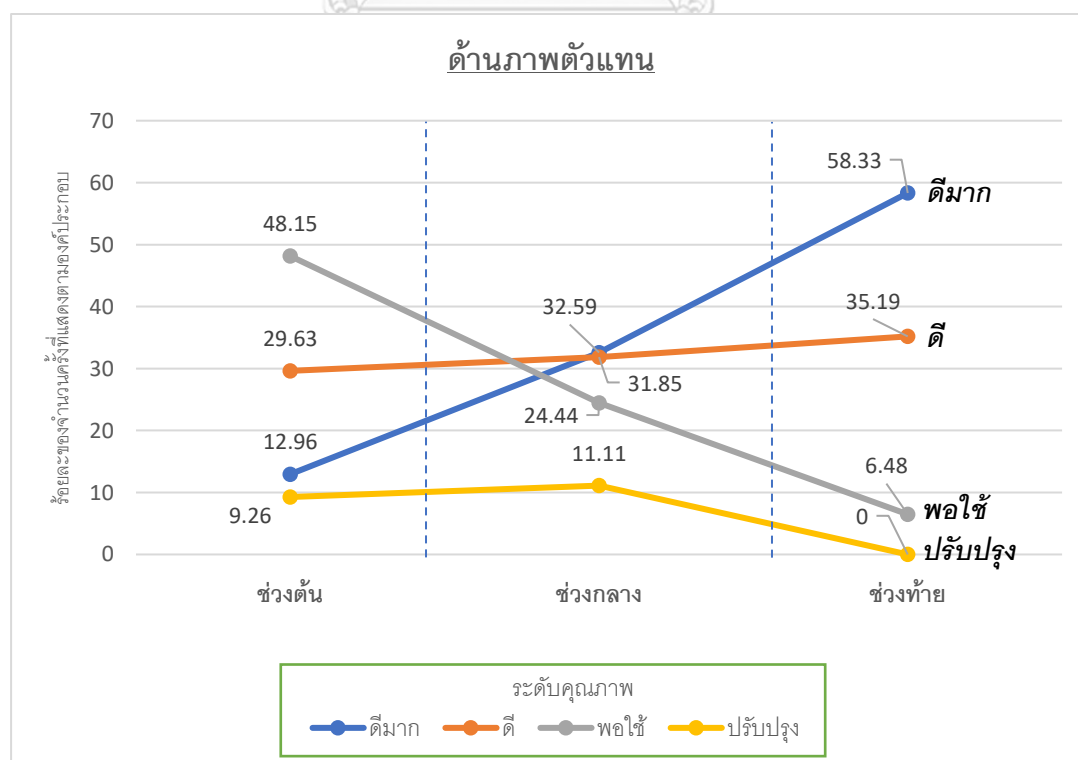


จากตัวอย่างที่ 6 ผู้เรียนใช้ภาพตัวแทนในการนำเสนอเกี่ยวกับเรื่องภูมิประเทศที่เกิดจากคลื่นและลม (คาบเรียนที่ 12) ในประเด็นของกระบวนการปรับสภาพภูมิประเทศของคลื่นจนเกิดเป็นเกาะหินโด่ง (Stack) ซึ่งในภาพจะเห็นได้ว่าผู้เรียนสามารถแสดงองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการปรับสภาพภูมิประเทศของคลื่นจากจุดเริ่มต้นจนกลายเป็นเกาะหินโด่งได้อย่างครบถ้วน โดยตัวอย่างดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของผู้เรียนในองค์ประกอบด้านภาพตัวแทนที่ผู้เรียนสามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้และสามารถอธิบายความหมายขององค์ประกอบต่างๆ ในภาพตัวแทนภายนอกได้ครบถ้วน

ตารางที่ 18 การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในด้านภาพตัวแทน จำแนกตามระดับคุณภาพ (n=27)

ระดับ	ร้อยละของจำนวนที่แสดงตามองค์ประกอบ		
	ช่วงต้นของการทดลอง	ช่วงกลางของการทดลอง	ช่วงท้ายของการทดลอง
ดีมาก	12.96	32.59	58.33
ดี	29.63	31.85	35.19
พอใช้	48.15	24.44	6.48
ปรับปรุง	9.26	11.11	0.00

แผนภาพที่ 16 แสดงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในด้านภาพตัวแทน



งานกระบวนการใช้เหตุผล (Reasoning Process)

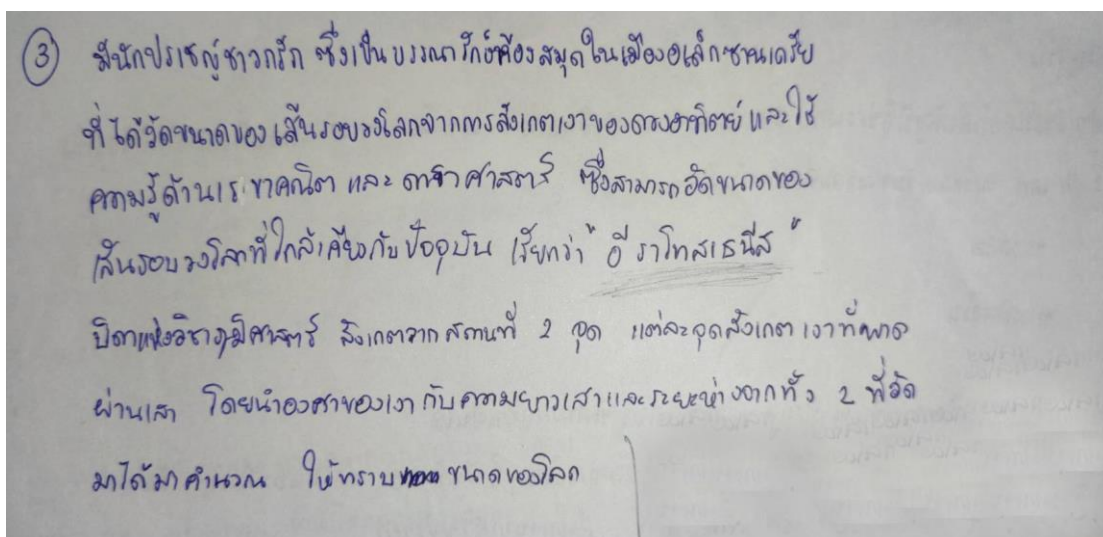
งานกระบวนการใช้เหตุผล (Reasoning Process)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนที่แสดงออกถึงองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในด้านกระบวนการใช้เหตุผล พบว่า ในช่วงเริ่มต้นของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้ถูกต้องทั้งหมดและการอธิบายถึงสาเหตุหรือผลของสิ่งที่ศึกษาก็เป็นสิ่งที่ผู้เรียนยังไม่สามารถอธิบายได้อย่างถูกต้องเช่นกัน เมื่อเรียนถึงช่วงกลางของการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน ผู้เรียนสามารถใช้กระบวนการใช้เหตุผลได้ถูกต้องเพิ่มมากขึ้นและสามารถอธิบายสาเหตุหรือผลของสิ่ง

ที่ศึกษาได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นเช่นกัน ทำให้เห็นได้ว่าผู้เรียนค่อยๆ มีพัฒนาการที่ขึ้นในองค์ประกอบด้าน กระบวนการใช้เหตุผล ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ช่วงต้นของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

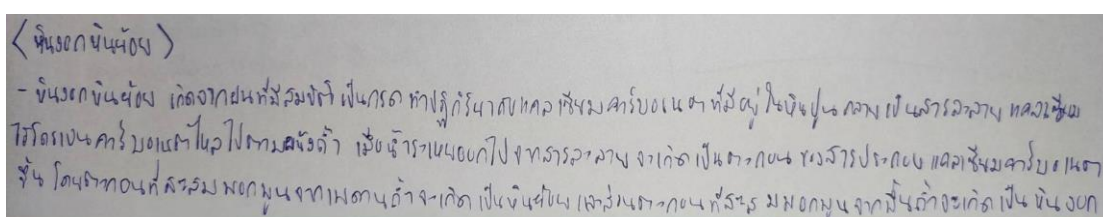
ตัวอย่างที่ 7



จากตัวอย่างที่ 7 ผู้เรียนใช้กระบวนการใช้เหตุผลในการนำเสนอเกี่ยวกับเรื่อง สันฐานของโลก (คาบเรียนที่ 2) โดยผู้เรียนนำเสนอในประเด็นเกี่ยวกับการศึกษาสันฐานของโลกในอดีต ซึ่งในภาพจะเห็นได้ว่าผู้เรียนสามารถอธิบายคำตอบเกี่ยวกับการศึกษาสันฐานของโลกในอดีตได้ โดยมีความถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น ซึ่งผู้เรียนยังไม่สามารถอธิบายรายละเอียดต่างๆ ของ การศึกษาสันฐานโลกในอดีตได้ เช่น สถานที่ 2 จุดนั้น คือ เมืองอะไร อยู่ที่ไหน เพราะเหตุใดจึงมี การศึกษาสันฐานของโลกจากเมืองเหล่านั้น เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้เรียนอธิบายความสัมพันธ์เชิง พื้นที่และสาเหตุหรือผลของสิ่งที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้นในช่วงต้นของการทดลองใช้ รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ช่วงกลางของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ตัวอย่างที่ 8



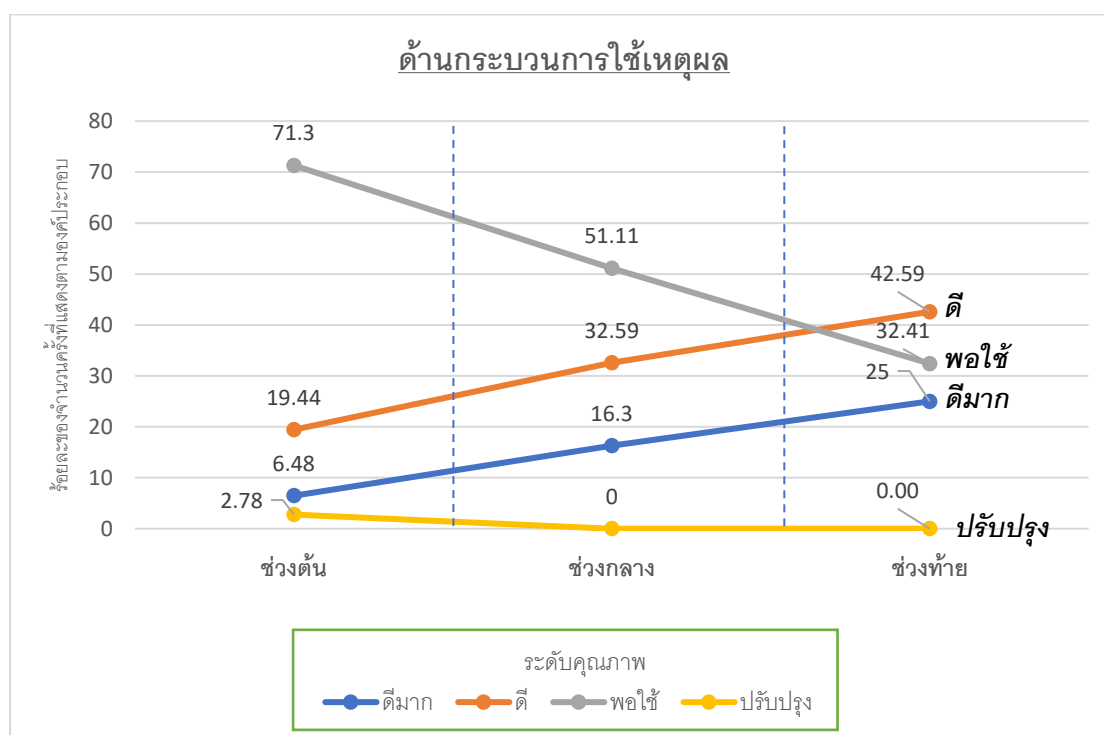
แต่การทำงานของรากและโครงสร้างรากต้นโกงกางมีความพิเศษ อย่างแรก คือ มีรากค้ำจุน เพื่อให้สามารถยืนต้นตั้งตรงอยู่ในสภาพพื้นที่เป็นโคลน มีการแตกแขนงออกมาหยั่งลงไปในพื้นที่โคลนเพื่อช่วยพยุงต้น และยังมีรากเพื่อการหายใจ ซึ่งเป็นเสมือนหลอดดูดเพื่อออกมารับออกซิเจนและยังมีรูบริเวณรอบลำต้นเพื่อรับออกซิเจนมากขึ้นด้วย และทำไมต้นโกงกางไม่ใช้ใบรับออกซิเจนเหมือนพืชชนิดอื่นๆ ? เพราะใบของต้นโกงกางถูกออกแบบมาใช้สังเคราะห์แสงและขับเกลือมากกว่า ปากใบของต้นโกงกางเป็นแบบจม คือ ปากใบจะอยู่ลึกเข้าไปในเนื้อใบ ทำให้คายน้ำออกมาน้อยกว่าปกติ เพราะต้นโกงกางต้องการน้ำจืดในการหล่อเลี้ยง แต่พื้นที่ที่มันอยู่ส่วนมากจะเป็นน้ำกร่อยและน้ำเค็ม มันจึงต้องพัฒนากลไกการคายเกลือออกมาที่ผิวใบผ่านต่อมขับเกลือแทน เราจึงเห็นเหมือนใบต้นโกงกางมีแป้งสีขาวเคลือบอยู่ที่ผิวใบ ซึ่งมันคือคราบเกลือ โครงสร้างใบยังหนาเพื่อที่จะกักเก็บน้ำไว้ได้มาก" จากการอธิบายของผู้เรียนจะเห็นได้ว่าผู้เรียนมีพัฒนาการที่ดีในองค์ประกอบด้านกระบวนการใช้เหตุผลของการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนในช่วงท้ายของการทดลอง โดยผู้เรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้ถูกต้องว่าต้นโกงกางมีการปรับตัวเข้าสู่สภาพแวดล้อมเชิงพื้นที่อย่างไรบ้าง ทั้งในส่วนของใบ ราก และลำต้น อีกทั้งยังสามารถอธิบายสาเหตุและผลของการปรับโครงสร้างในส่วนต่างๆ ของต้นโกงกางได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 19 การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในด้านกระบวนการใช้เหตุผล จำแนกตามระดับ

คุณภาพ (n=27)

ระดับ	ร้อยละของจำนวนที่แสดงตามองค์ประกอบ		
	ช่วงต้นของการทดลอง	ช่วงกลางของการทดลอง	ช่วงท้ายของการทดลอง
ดีมาก	6.48	16.30	25.00
ดี	19.44	32.59	42.59
พอใช้	71.30	51.11	32.41
ปรับปรุง	2.78	0.00	0.00

แผนภาพที่ 17 แสดงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในด้านกระบวนการใช้เหตุผล



ผลการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลที่ได้จากการบันทึกแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ได้จากการสังเกตการนำเสนอของผู้เรียนที่แสดงออกถึงองค์ประกอบในด้านกระบวนการใช้เหตุผลในตารางที่ 19 ผู้วิจัยนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างเป็นแผนภาพที่ 17 เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับคุณภาพในด้านการกระบวนการใช้เหตุผลของนักศึกษาครูในระหว่างการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า จากเส้นกราฟในแผนภาพที่ 17 จะเห็นได้ว่าระดับคุณภาพในด้านการกระบวนการใช้เหตุผลที่ลดลงจากช่วงต้นของการทดลองไปจนถึงช่วงท้ายของการทดลอง คือ ระดับปรับปรุงและระดับพอใช้ ส่วนระดับคุณภาพในด้านการกระบวนการใช้เหตุผลที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงต้นของการทดลองไปจนถึงช่วงท้ายของการทดลอง คือ ระดับดีและดีมาก โดยระดับปรับปรุงลดลงจาก 2.78 ในช่วงต้นของการทดลองมาเป็น 0.00 ในช่วงท้ายของการทดลอง เช่นเดียวกับกับระดับพอใช้ที่ลดลงจาก 71.30 ในช่วงต้นของการทดลองมาเป็น 32.41 ในช่วงท้ายของการทดลอง ในทำนองกลับกันระดับดีมีการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนจาก 19.44 ในช่วงต้นของการทดลองมาเป็น 42.59 ในช่วงท้ายของการทดลอง เช่นเดียวกับกับระดับดีมากที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 6.48 ในช่วงต้นของการทดลองมาเป็น 25.00 ในช่วงท้ายของการทดลอง จากผลการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลที่ได้จากการบันทึกแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ได้จากการสังเกตการนำเสนอของผู้เรียนที่แสดงออกถึง

องค์ประกอบในด้านกระบวนการใช้เหตุผลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการขององค์ประกอบในด้านกระบวนการใช้เหตุผลที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นของการทดลองจนถึงช่วงท้ายของการทดลอง

ตารางที่ 20 การเปลี่ยนแปลงของระดับทักษะการคิดเชิงพื้นที่และตามองค์ประกอบ จำแนกตามระดับคุณภาพ (n=27)

ตัวแปร/ องค์ประกอบ	ร้อยละของจำนวนที่แสดงตามองค์ประกอบและภาพรวม											
	ช่วงต้นของการทดลอง				ช่วงกลางของการทดลอง				ช่วงท้ายของการทดลอง			
	ปรับปรุง	พอใช้	ดี	ดีมาก	ปรับปรุง	พอใช้	ดี	ดีมาก	ปรับปรุง	พอใช้	ดี	ดีมาก
ทักษะการคิดเชิงพื้นที่	10.19	69.44	19.44	0.92	8.15	48.15	37.78	5.93	0.00	32.41	57.41	10.19
1) ด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	2.78	77.78	17.59	1.85	0.00	52.59	40.74	6.67	0.00	31.48	58.33	10.19
2) ด้านภาพตัวแทน	9.26	48.15	29.63	12.96	11.11	24.44	31.85	32.59	0.00	6.48	35.19	58.33
3) ด้านกระบวนการใช้เหตุผล	2.78	71.30	19.44	6.48	0.00	51.11	32.59	16.30	0.00	32.41	42.59	25.00

จากตารางที่ 20 จะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาครุมีพัฒนาการทักษะการคิดเชิงพื้นที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับช่วงเวลาของการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพ โดยช่วงเริ่มต้นของการทดลองการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนั้น พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีระดับของทักษะการคิดเชิงพื้นที่อยู่ในระดับพอใช้ เมื่อเข้าสู่ช่วงกลางของการทดลอง พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังคงมีระดับของทักษะการคิดเชิงพื้นที่อยู่ในระดับพอใช้เช่นเดียวกันกับช่วงเริ่มต้นของการทดลอง แต่ถ้าพิจารณาจากข้อมูลในตารางดังกล่าวจะเห็นได้ว่าผู้เรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ในช่วงกลางของการทดลอง แต่มีจำนวนที่

ลดลงจากช่วงเริ่มต้นของการทดลองจากจำนวนร้อยละ 69.44 มาเป็นจำนวนร้อยละ 48.15 ในช่วงกลางของการทดลอง ในช่วงท้ายของการทดลอง พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการของระดับของทักษะการคิดเชิงพื้นที่จากระดับพอใช้ในช่วงกลางของการทดลองมาเป็นระดับดีในช่วงท้ายของการทดลอง

ในการพิจารณาพัฒนาการของผู้เรียนตามองค์ประกอบในแต่ละด้านของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ พบว่า ในช่วงต้นของการทดลองผู้เรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ทุกองค์ประกอบ และเมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบในแต่ละด้านของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ พบว่า ในองค์ประกอบทางด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่และด้านกระบวนการใช้เหตุผล ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในระดับพอใช้เช่นเดียวกันกับช่วงเริ่มต้นของการทดลอง แต่มีจำนวนที่ลดลงจากช่วงเริ่มต้นของการทดลองจากจำนวนร้อยละ 77.78 มาเป็นร้อยละ 52.59 ในช่วงกลางของการทดลอง และด้านกระบวนการใช้เหตุผลจากจำนวนร้อยละ 71.30 ในช่วงเริ่มต้นของการทดลองมาเป็นจำนวนร้อยละ 51.11 ในช่วงกลางของการทดลอง โดยองค์ประกอบทางด้านภาพตัวแทนนั้น ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการอย่างชัดเจนตั้งแต่ช่วงกลางของการทดลอง คือ ผู้เรียนส่วนใหญ่ที่อยู่ในระดับพอใช้ในช่วงเริ่มต้นของการทดลองมาเป็นระดับดีมากในช่วงกลางของการทดลอง

ในช่วงท้ายของการทดลอง พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการในทุกองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ โดยองค์ประกอบทางด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่และด้านกระบวนการใช้เหตุผลที่ผู้เรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ในช่วงกลางของการทดลองมาเป็นระดับดีในช่วงท้ายของการทดลอง ส่วนองค์ประกอบด้านภาพตัวแทนที่ผู้เรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมากตั้งแต่ในช่วงกลางของการทดลองนั้น ในช่วงท้ายของการทดลองผู้เรียนส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในระดับดีมากและมีจำนวนที่เพิ่มมากขึ้นจากช่วงกลางของการทดลองที่ผู้เรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมากที่จำนวนร้อยละ 32.59 มาเป็นร้อยละ 58.33 ในช่วงท้ายของการทดลอง โดยในช่วงท้ายของการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ถูกต้อง แต่ยังขาดการเชื่อมโยงทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความรู้มาสนับสนุนได้ครบถ้วน สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้และสามารถอธิบายความหมายขององค์ประกอบต่างๆ ในภาพตัวแทนภายนอกได้ครบถ้วน ตลอดจนสามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้อย่างถูกต้องและสามารถอธิบายถึงสาเหตุหรือผลของสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงสรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิยามมีพัฒนาการของทักษะการคิด

เชิงพื้นที่หลังจากการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และอาจกล่าวได้ว่าทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองเป็นผลมาจากการได้เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภาพ



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู มีรายละเอียดของการวิจัยดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การพัฒนาการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ
2. เพื่อประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ โดย

2.1 เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ ก่อนและหลังการทดลอง

2.2 ศึกษาพัฒนาการของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่

1. การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาการเรียนการสอนจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสังเกตในระหว่างการเรียนการสอนวิชาภูมิศาสตร์ที่ผ่านมา ได้ข้อค้นพบเกี่ยวกับปัญหาของการวิจัย คือ ไม่มีการจัดการเรียนการสอนที่เป็นรูปแบบที่ชัดเจนในการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ซึ่งเป็นที่มาของการวิจัยและ

พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู แล้วผู้วิจัยจึงทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและนำมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ซึ่งได้แก่ แนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ

2. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู โดยนำผลการศึกษาในระยะที่ 1 มาเป็นข้อมูลในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

1) ร่างรูปแบบการเรียนการสอนตามองค์ประกอบหลักของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้จากการสังเคราะห์หลักการของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ กำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบการเรียนการสอน คือ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู หลังจากนั้นจึงวิเคราะห์หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับแนวทางการจัดการเรียนการสอนมากำหนดเป็นขั้นตอนการเรียนการสอน และกำหนดแนวทางการวัดประเมินผล

2) จัดทำเอกสารประกอบการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ได้แก่ คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้

3) ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ หลังจากนั้นนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงและแก้ไข

3. การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู โดยผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาเครื่องมือเพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) การเตรียมทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ในการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลองอย่างแท้จริง (True-Experimental Research) ด้วยแบบแผนการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One Group pretest-posttest Design) โดยนำรูปแบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาครู สาขาวิชาสังคมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 27 คน

2) การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ จำนวน 8 ข้อ โดยใน

แต่ละข้อจะมีข้อย่อยอีกจำนวน 3 ข้อ เพื่อวัดองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ 2) ด้านภาพตัวแทน และ 3) ด้านกระบวนการใช้เหตุผล ซึ่งทำให้จำนวนข้อคำถามทั้งหมดในแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่มีจำนวนทั้งสิ้น 24 ข้อ แบ่งเป็นข้อคำถามแบบปรนัยจำนวน 10 ข้อและข้อคำถามแบบอัตนัยจำนวน 14 ข้อ แล้วนำแบบทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่แก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงข้อทดสอบตามข้อเสนอของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน ในส่วนของข้อคำถามที่เป็นแบบปรนัย ผู้วิจัยมีการตรวจสอบคุณภาพ โดยเป็นการหาค่าความยากง่าย (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ซึ่งในส่วนของคำถามแบบอัตนัย ผู้วิจัยมีการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงของเกณฑ์การให้คะแนน ข้อสอบอัตนัยด้วยการทดสอบหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater Reliability: IRR) จำนวน 3 คน หลังจากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกแบบวัดที่เป็นไปตามเกณฑ์ เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยต่อไป

3) การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยดำเนินการดังนี้

3.1) ทดสอบทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนก่อนการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นด้วยแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่

3.2) ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิקภาพ จัดการเรียนรู้จำนวน 13 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 4 ชั่วโมง รวม 52 ชั่วโมง

3.3) บันทึกพฤติกรรมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนระหว่างดำเนินการกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ลงในแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่

3.4) ทดสอบทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนหลังการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนด้วยแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ฉบับเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

3.5) นำผลการทดสอบก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนมาหาค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเลขคณิตก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่างด้วยค่าสถิติแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-Test for Dependent Sample)

4. การนำเสนอการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู

1) สรุปข้อค้นพบจากการทดลองใช้และปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน จากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ผู้วิจัยนำข้อมูลจากผลการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุง พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถสรุปประเด็นการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนได้ดังนี้

1.1) เพิ่มรายละเอียดของกิจกรรมในขั้นที่ 3 การตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานเชิงภาพ จากเดิมที่ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนเสนอข้อสมมติฐานของตนเองและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในแต่ละประเด็น มาเป็นผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนเสนอข้อสมมติฐานของตนเอง โดยอ่านข้อสมมติฐานของตนเองและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในแต่ละประเด็น (เพิ่มเติม)

1.2) เพิ่มขั้นตอนย่อยของขั้นที่ 4 การใช้กระบวนการทางปัญญา จากเดิมมี 4 ขั้นตอนย่อย เพิ่มใหม่ให้มี 5 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนค้นหาข้อมูลตามสมมติฐานที่ตนเองตั้งไว้ในประเด็นต่างๆ 2) ผู้เรียนแต่ละคนสืบค้นข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ และผู้เรียนแต่ละคนเรียบเรียงข้อสรุปที่ได้ในแต่ละประเด็นว่าสอดคล้องหรือแตกต่างจากสมมติฐานที่ตนเองตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร 3) ผู้สอนให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนกันตรวจสอบข้อสรุปที่ได้กับเพื่อน เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเบื้องต้น (เพิ่มเติม) 4) ผู้สอนตรวจสอบข้อสรุปที่ได้ของผู้เรียนแต่ละคน และ 5) ผู้สอนสรุปความรู้

1.3) ในขั้นที่ 5 การสะท้อนความรู้เชิงภาพ ผู้เรียนนำเสนอทุกประเด็นและทำให้เกิดการเร่งรีบจนส่งผลเสียต่อบรรยากาศการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงมีการปรับประเด็นในการนำเสนอเพื่อให้มีการบริหารจัดการเวลาที่เหมาะสมและส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยจึงมีการปรับให้ผู้เรียนได้เลือกประเด็นตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึง 3 แต่พบว่าประเด็นที่ผู้เรียนนำเสนอยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ จึงมีการปรับลดประเด็นในการจัดการเรียนรู้และให้ผู้เรียนนำเสนอทุกประเด็นที่ตั้งไว้ตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เป็นต้นไป

2) ผู้วิจัยจัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอนฉบับสมบูรณ์ให้มีความถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ผู้สนใจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้อง โดยมีรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ฉบับสมบูรณ์

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยที่ได้นำเสนอมาข้างต้น ปรากฏผลการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ

ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ มีรายละเอียดดังนี้

1. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพมี 4 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่

1.1) หลักการ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพมีหลักการสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1.1.1) การใช้รูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจและสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการใช้กระบวนการทางปัญญาในการเรียนรู้

1.1.2) การทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนด้วยรูปแบบเชิงภาพจะช่วยกระตุ้นความทรงจำของผู้เรียนให้เกิดการเชื่อมโยงกับสิ่งที่ศึกษา เพื่อนำไปสู่กระบวนการสร้างความรู้ใหม่

1.1.3) กระบวนการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบเชิงภาพที่สร้างความเข้าใจและสัมพันธ์กับความรู้เดิม จะช่วยกระตุ้นผู้เรียนให้ใช้กระบวนการทางปัญญาในการแสวงหาความรู้และปรับโครงสร้างทางปัญญา

1.1.4) กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนเป็นผลมาจากกระบวนการเรียนรู้ที่นำรูปแบบเชิงภาพมาช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจนเกิดเป็นความคิดรวบยอด

1.1.5) รูปแบบเชิงภาพภายนอกเป็นเครื่องมือที่ช่วยสะท้อนให้เห็นถึงโครงสร้างทางปัญญาที่เกิดขึ้นของผู้เรียน

1.2) **วัตถุประสงค์** รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู

1.3) **ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้** การจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพ ประกอบด้วยลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่

1.3.1) **ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมเชิงภาพ** มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบเชิงภาพ เช่น รูปภาพ แผนที่ แผนภาพ กราฟ ฯลฯ และทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหาความรู้ใหม่ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) ผู้สอนนำเสนอรูปแบบเชิงภาพที่มีความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนหรือเป็นสิ่งที่ผู้เรียนสนใจ 2) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนต่อปัญหาหรือสถานการณ์ของรูปแบบเชิงภาพที่นำเสนอ พร้อมทั้งสำรวจความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนที่สัมพันธ์กับรูปแบบเชิงภาพและมีความจำเป็นต่อการเรียนรู้ และ 3) ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดที่มาจากความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่ผู้สอนนำเสนอ

1.3.2) **ขั้นที่ 2 การนิกรภาพและเชื่อมโยง** มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจากรูปแบบเชิงภาพมาเชื่อมโยงกับการเรียนรู้เนื้อหาความรู้ใหม่ โดยมี 2 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) ผู้สอนใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับเนื้อหาความรู้ใหม่และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม และ 2) ผู้เรียนพยายามใช้กระบวนการทางความคิดในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับเนื้อหาความรู้ใหม่

1.3.3) **ขั้นที่ 3 การตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานเชิงภาพ** มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้แนวทางในการแสวงหาความรู้จากรูปแบบเชิงภาพ โดยมี 3 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ตั้งประเด็นปัญหาและข้อสมมติฐานของตนเองและเสนอข้อสมมติฐานของตนเองเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ 2) ผู้เรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับข้อสมมติฐานของตนเองเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ และ 3) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปข้อสมมติฐานที่ได้จากการอภิปรายร่วมกัน จนเกิดเป็นแนวทางในการแสวงหาคำตอบที่มีต่อรูปแบบเชิงภาพ

1.3.4) **ขั้นที่ 4 การใช้กระบวนการทางปัญญา** มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา โดยมี 4 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลจากเอกสารหรือสื่อต่างๆ ที่ผู้สอนให้คำแนะนำ เพื่อทำการสืบค้น จนสามารถตอบข้อสมมติฐานที่ผู้เรียนกำหนดขึ้น 2) ผู้เรียนทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ตามที่ผู้สอนให้คำแนะนำ โดยเป็นการแสวงหาคำตอบตามข้อสมมติฐานที่ตนเองตั้งไว้ จนได้ข้อสรุปหรือคำตอบของสมมติฐานของตนเอง 3) ผู้สอนให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนกันตรวจสอบข้อสรุปที่ได้กับเพื่อน เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเบื้องต้น 4) ผู้สอนให้ผลสะท้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคลเกี่ยวกับข้อสรุปของคำตอบที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้แนวทางคำตอบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้จนเกิดเป็นความรู้ใหม่ และ 5) ผู้สอนอธิบายในเชิงภาพเชื่อมโยงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดในการเชื่อมโยง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดจากการนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น

1.3.5) **ขั้นที่ 5 การสะท้อนความรู้เชิงภาพ** มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้สะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นผ่านการนำเสนอด้วยภาพตัวแทนภายนอก เช่น รูปภาพ แผนที่ แผนภาพ กราฟ ฯลฯ โดยมี 3 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนใช้สื่อหรือเครื่องมือต่างๆ ในการสะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นในเชิงภาพ 2) ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลในเชิงภาพ เพื่อสะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้น และ 3) ผู้สอนให้ข้อเสนอแนะกับผู้เรียนเกี่ยวกับการนำเสนอของแต่ละบุคคล

1.4) **การวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน** ผู้วิจัยกำหนดแนวทางการวัดประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน โดยมีการประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่และประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่โดยใช้เกณฑ์ในการประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ซึ่งพิจารณาตามองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ ด้านภาพตัวแทน และด้านกระบวนการใช้เหตุผล

2. เอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน

เอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญา ในการนิภาพ ประกอบด้วยคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1) คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เป็นเอกสารที่มีรายละเอียดและแนวทางการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้สอนศึกษาทำความเข้าใจและสามารถนำไปใช้สอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งมีส่วนประกอบด้วย คำนำ หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.2) แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเอกสารที่ผู้สอนใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 13 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 4 ชั่วโมง แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ คือ ชื่อเรื่อง เวลาที่ใช้ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ

จากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาครู สาขาวิชาสังคมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 27 คน ในรายวิชานิติศาสตร์กายภาพ เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง พบว่าหลังการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาจำแนกตามองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ พบว่าคะแนนขององค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ ด้านภาพตัวแทน และด้านกระบวนการใช้เหตุผลของกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการศึกษาพัฒนาการของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาครูมีระดับของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่สูงขึ้น โดยผู้เรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ถูกต้อง แต่ยังขาดการเชื่อมโยงทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความรู้มาสนับสนุนได้ครบถ้วนสามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้และสามารถอธิบายความหมายขององค์ประกอบต่างๆ ในภาพ

ตัวแทนภายนอกได้ครบถ้วน ตลอดจนสามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้อย่างถูกต้องและสามารถอธิบายถึงสาเหตุหรือผลของสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพ มีพัฒนาการของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่สูงขึ้นจากก่อนการทดลอง

การอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพมีประเด็นในการอภิปราย 2 ประเด็น คือ 1) ด้านการพัฒนาการเรียนการสอน และ 2) ด้านประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ด้านการพัฒนาการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพ

รูปแบบการเรียนการสอนนี้ได้ดำเนินการพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบด้วยรูปแบบการวิจัยและพัฒนาเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู โดยแต่ละขั้นตอนของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนมีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกัน เริ่มจากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพทั่วไปและปัญหาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู พบว่า นักศึกษาครูยังมีทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับที่ควรพัฒนาให้ดีขึ้น (Euikyung, Andrew, & Thomas, 2016) จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยเห็นว่าควรพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ให้กับนักศึกษาครู โดยหลังจากได้ข้อมูลเบื้องต้นแล้วจึงทำการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง พบว่า แนวคิดที่จะสามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูที่มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับที่ควรพัฒนาให้ดีขึ้นนั้น คือ แนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพที่พัฒนาขึ้นมาโดย Mnguni (2014) โดยทำการศึกษาและวิเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิดดังกล่าวมาวิเคราะห์และสังเคราะห์จนได้หลักการสำคัญของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกรภาพ จากนั้นจึงนำมาพัฒนาจนเกิดเป็นหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนและนำมาวิเคราะห์จนได้แนวทางการจัดการเรียนการสอนและขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนในแต่ละขั้น รูปแบบการเรียนการสอนที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ได้ผ่านการให้คำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนจะนำไปตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาและให้คำแนะนำ แล้วนำผลการพิจารณาของ

ผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอน จากนั้นจึงนำรูปแบบการเรียนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพ แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะเห็นได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนนี้มีการดำเนินการวิจัยและพัฒนาอย่างเป็นระบบ

1.1 จุดเด่นของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพ มีขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเตรียมความพร้อมเชิงภาพ 2) การนึกภาพและเชื่อมโยง 3) การตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานเชิงภาพ 4) การใช้กระบวนการทางปัญญา และ 5) การสะท้อนความรู้เชิงภาพ โดยมีจุดเด่นที่แตกต่างจากรูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ คือ

1.1.1 รูปแบบการเรียนการสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้จากรูปแบบเชิงภาพ

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีการใช้รูปแบบเชิงภาพ เช่น รูปภาพ แผนภาพ แผนภาพ กราฟ ฯลฯ เป็นตัวขับเคลื่อนและส่งเสริมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนในทุกขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอน เริ่มจากขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมเชิงภาพ ผู้เรียนจะได้รับการกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้และทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมด้วยรูปแบบเชิงภาพ ขั้นที่ 2 การนึกภาพและเชื่อมโยง การจัดการเรียนการสอนในขั้นนี้ ผู้สอนจะใช้รูปแบบเชิงภาพและคำถามกระตุ้นผู้เรียนในการนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับเนื้อหาความรู้ใหม่ ขั้นที่ 3 การตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานเชิงภาพ ผู้เรียนจะมีการตั้งสมมติฐานและแนวทางในการแสวงหาความรู้จากรูปแบบเชิงภาพ ขั้นที่ 4 การใช้กระบวนการทางปัญญา ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดความรู้ใหม่และกลายเป็นความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพ และขั้นที่ 5 การสะท้อนความรู้เชิงภาพ ผู้เรียนได้สะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นผ่านการนำเสนอด้วยภาพตัวแทนภายนอก ซึ่งการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากรูปแบบเชิงภาพในทุกขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากกระบวนการทำงานของสมองจะประมวลผลข้อมูลเชิงภาพได้ดีกว่าตัวอักษรหรือข้อความและข้อมูลเชิงภาพจะกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี อีกทั้งรูปแบบเชิงภาพจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ (ANU, 2021) ซึ่งสอดคล้องกับ Burmark (2002) ที่ได้กล่าวว่า "การเรียนรู้จากตัวอักษรหรือข้อความต่างๆ จะถูกประมวลผลโดยหน่วยความจำระยะสั้นที่เราสามารถเก็บรักษาข้อมูลนั้นไว้ได้"

เพียงชั่วขณะหนึ่ง แต่จากการเรียนรู้ด้วยภาพต่างๆ จะทำให้ข้อมูลเหล่านั้นถูกเก็บรักษาไว้ในหน่วยความจำระยะยาวได้โดยตรง"

1.1.2 รูปแบบการเรียนการสอนช่วยส่งเสริมการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นช่วยส่งเสริมการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนเน้นการกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดจนนำไปสู่กระบวนการแสวงหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist) ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องใช้ประสาทสัมผัสต่างๆ ในการรับรู้และสร้างความหมายให้กับสิ่งที่เรียนรู้ โดยสิ่งสำคัญในการสร้างความหมายให้กับสิ่งที่เรียนรู้นั้นคือ กระบวนการทางความคิดที่จะเกิดขึ้นกับผู้เรียน เพราะกิจกรรมต่างๆ ในการสร้างความรู้ด้วยตนเองจะถูกขับเคลื่อนด้วยกระบวนการทางความคิด ซึ่งนอกจากกระบวนการทางความคิดในการสร้างความรู้ใหม่แล้ว การสร้างความรู้ด้วยตนเองจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนด้วยเช่นกัน ซึ่งผู้สอนจะต้องพยายามสร้างการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน (Hein, 1991) โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองมีดังนี้ ในขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมเชิงภาพ ผู้เรียนจะใช้กระบวนการทางความคิดในการดึงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมมาใช้ในรูปแบบเชิงภาพ เช่น รูปภาพ แผนที่ แผนภาพ กราฟ ฯลฯ ขั้นที่ 2 การนิรนัยภาพและเชื่อมโยง ผู้เรียนจะพยายามใช้กระบวนการทางความคิดในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับเนื้อหาความรู้ใหม่ ขั้นที่ 3 การตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานเชิงภาพ ผู้เรียนจะได้ตั้งข้อสมมติฐานของตนเองเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพจนเกิดแนวทางการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ขั้นที่ 4 การใช้กระบวนการทางปัญญา ผู้เรียนจะดำเนินการแสวงหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องจากเพื่อนและผู้สอนก่อนที่จะได้ข้อสรุปความรู้ที่ถูกต้อง ดังนั้น จะเห็นได้ว่าจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นทั้ง 4 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นต่างก็มีส่วนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการใช้กระบวนการทางปัญญาในการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ ได้มีแนวทางการแสวงหาความรู้ ได้ใช้ทักษะต่างๆ ในการแสวงหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองจนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง และขั้นที่ 5 การสะท้อนความรู้เชิงภาพ

ผู้เรียนจะได้นำเสนอและได้รับผลสะท้อนกลับทั้งจากผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นในการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจให้เกิดความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

1.1.3 รูปแบบการเรียนการสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุก

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ในเชิงรุก เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นในทุกขั้นตอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน โดยในขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมเชิงภาพ และขั้นที่ 2 การนิกรภาพและเชื่อมโยง จะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและตอบคำถามร่วมกันในชั้นเรียน ขั้นที่ 3 การตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานเชิงภาพ ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการเสนอข้อสมมติฐานของตนเองและนำไปสู่การอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับข้อสมมติฐาน จนกระทั่งได้ข้อสรุปและแนวทางในการแสวงหาคำตอบร่วมกัน ขั้นที่ 4 การใช้กระบวนการทางปัญญา ผู้เรียนจะทำการสืบค้นค้นข้อมูลจนกระทั่งได้ข้อสรุปและเกิดการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อสรุปที่ได้กับเพื่อน เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องของตนเองในเบื้องต้น และขั้นที่ 5 การสะท้อนความรู้เชิงภาพ ผู้เรียนจะใช้สื่อหรือเครื่องมือต่างๆ ประกอบการนำเสนอหน้าชั้นเรียนเป็นรายบุคคล ดังนั้น จะเห็นได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้เชิงรุกและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ซึ่ง Zayapragassarazan and Kumar (2012) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้เชิงรุกว่า “การเรียนรู้เชิงรุกเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เกิดการพูดคุย รับฟัง เขียน อ่าน และสะท้อนมุมมองทางความคิดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่กำลังศึกษาอย่างมีความหมาย ซึ่งไม่ใช่การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเพียงเข้ามานั่งในชั้นเรียนและรับฟังการสอน แล้วจดจำทุกอย่างให้มากที่สุด” เช่นเดียวกันกับ Elder (2016) ที่กล่าวถึงการเรียนรู้เชิงรุกว่า “การอภิปราย การพูดคุย การออกมานำเสนอ การแสดงบทบาทสมมติ หรือแม้กระทั่งการปฏิบัติจริง สิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นเพียงแค่ตัวอย่างที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งเกิดประโยชน์กับผู้เรียนได้มากกว่าการนั่งและรอรับข้อมูล เพราะวิธีการนั่งและรอรับข้อมูลอาจจะทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้จากผู้สอนเพียงแค่อ้อยละ 10 ถึง 20 เท่านั้น” จะเห็นได้ว่าการเรียนรู้เชิงรุกจะทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น และสอดคล้องกับ Giorgdze and Dgebuadze (2017) ที่ได้แนะนำว่า “จากพีระมิดประสบการณ์ของ Edgar Dale การเรียนรู้เชิงรุกจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถจดจำเนื้อหาในสิ่งที่เรียนรู้ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ซึ่งถ้าผู้เรียนได้มีการนำเสนอจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้มากถึงร้อยละ 90” ซึ่งจะเห็นได้ว่ากิจกรรมการ

เรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้และจดจำสิ่งที่เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ซึ่งตามกิจกรรมของขั้นตอนการเรียนการสอนผู้เรียนจะมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ เป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนให้คำแนะนำและชี้แนะตามความเหมาะสม ผู้เรียนจะต้องใช้กระบวนการทางปัญญาและกระบวนการต่างๆ ในการสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน ซึ่งผู้เรียนจะคุ้นเคยกับการเรียนรู้ที่มีผู้สอนมีบทบาทหลักในการบรรยายเพื่อถ่ายทอดความรู้มากกว่าการเรียนรู้ในรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น อีกทั้งผู้เรียนยังขาดประสบการณ์ในการนำเสนองานหน้าชั้นเรียน ทำให้ผู้เรียนจะต้องใช้เวลาในการปรับตัวและสร้างความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น นอกจากนี้การดำเนินการในกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนต้องใช้เวลา ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนนี้อาจไม่เหมาะสม ถ้านำไปใช้ในรายวิชาที่มีชั่วโมงการเรียนการสอนที่มีเวลาไม่มากนัก อีกทั้งข้อจำกัดในเรื่องของเวลาดังกล่าวจึงส่งผลให้การเลือกใช้สื่อในการนำเสนอของผู้เรียนขาดความหลากหลาย ดังนั้น อาจต้องมีการขยายเวลาให้กับผู้เรียนในการเตรียมตัวสำหรับนำเสนอ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเลือกใช้สื่อในการนำเสนอได้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

จากการศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู พบว่าทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 18.11 และ 32.19 คะแนนตามลำดับ มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 6.92 และ 7.99 ตามลำดับ และจากการทดสอบที (t-paired sample test) พบว่า ค่าที (t-test) เท่ากับ 13.918 จึงสรุปได้ว่าทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาจำแนกตามองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้ง 3 องค์ประกอบของกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลองสูงกว่า

ก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 3.81 และ 6.44 คะแนนตามลำดับ โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.24 และ 1.25 ตามลำดับ ด้านภาพตัวแทนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 9.89 และ 13.41 คะแนนตามลำดับ โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 3.78 และ 3.63 ตามลำดับ ด้านกระบวนการใช้เหตุผลมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 4.41 และ 12.33 คะแนนตามลำดับ โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 3.04 และ 4.51 ตามลำดับ

จากการศึกษาพัฒนาการทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ในช่วงเริ่มต้นของการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน ผู้เรียนส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 69 ของจำนวนครั้งที่แสดงตามระดับทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่มีระดับของทักษะการคิดเชิงพื้นที่อยู่ในระดับพอใช้ คือ ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ถูกต้องทั้งหมดและสามารถใช้ภาพตัวแทนได้ แต่ไม่สามารถอธิบายความหมายขององค์ประกอบต่างๆ ในภาพได้ อีกทั้งยังไม่สามารถอธิบายถึงสาเหตุหรือผลของสิ่งที่ศึกษาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ได้เพิ่มขึ้นระดับหนึ่งในช่วงกลางของการเรียนรู้ คือ ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับที่ดีเพิ่มมากขึ้น และในช่วงท้ายของการทดลองด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 57 ของจำนวนครั้งที่แสดงตามระดับทักษะการคิดเชิงพื้นที่มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่อยู่ในระดับที่ดี ในการพิจารณาพัฒนาการของผู้เรียนตามองค์ประกอบในแต่ละด้านของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ พบว่า ในช่วงต้นของการทดลองผู้เรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ทุกองค์ประกอบ ส่วนช่วงกลางของการทดลองพบว่า องค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่และด้านกระบวนการใช้เหตุผล ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในระดับพอใช้เช่นเดียวกันกับช่วงเริ่มต้นของการทดลอง แต่มีจำนวนที่ลดลงจากช่วงเริ่มต้นของการทดลอง ซึ่งองค์ประกอบด้านภาพตัวแทนผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการอย่างชัดเจนตั้งแต่ช่วงกลางของการทดลอง คือ ผู้เรียนส่วนใหญ่ที่อยู่ในระดับพอใช้ในช่วงเริ่มต้นของการทดลองมาเป็นระดับดีมากในช่วงกลางของการทดลอง และในช่วงท้ายของการทดลอง พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการในทุกองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ โดยองค์ประกอบทางด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่และด้านกระบวนการใช้เหตุผลที่ผู้เรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ในช่วงกลางของการทดลองมาเป็นระดับดีในช่วงท้ายของการทดลอง ส่วนองค์ประกอบด้านภาพตัวแทนที่ผู้เรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมากตั้งแต่ในช่วงกลางของการทดลองนั้น ในช่วงท้ายของการทดลองผู้เรียนส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในระดับดี

มากและมีจำนวนที่เพิ่มมากขึ้นจากช่วงกลางของการทดลอง ซึ่งจะเห็นได้ว่าองค์ประกอบด้านภาพตัวแทนจะมีพัฒนาการที่ชัดเจนมาก เนื่องจากในขั้นการสร้าง Conceptualization of visual models (CVM) ของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนึกภาพนั้น จะเป็นขั้นที่มีการใช้รูปแบบเชิงภาพที่สามารถสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนได้มากพอจนเกิดความสนใจใคร่รู้และสัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียน ทำให้ความรู้เดิมจะถูกบูรณาการเข้ากับข้อมูลใหม่หรือเนื้อหาความรู้ใหม่ เพื่อทำการสร้างความรู้ใหม่และในท้ายที่สุดความรู้ใหม่จะถูกถ่ายโยงไปยังหน่วยความจำระยะยาว (Mayer, 2008) และสอดคล้องกับ Burmark (2002) ที่ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยภาพต่างๆ จะทำให้ข้อมูลเหล่านั้นถูกเก็บรักษาไว้ในหน่วยความจำระยะยาวได้โดยตรง ซึ่งในขั้น CVM ดังกล่าวจะสัมพันธ์กับขั้นตอนต่างๆ ของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นตั้งแต่ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมเชิงภาพ ที่ใช้รูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจให้กับผู้เรียน ขั้นที่ 2 การนึกภาพและเชื่อมโยงที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเนื้อหาความรู้ใหม่ ขั้นที่ 3 การตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานเชิงภาพ ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแนวทางในการแสวงหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง และขั้นที่ 4 การใช้กระบวนการทางปัญญา ที่เป็นขั้นของการแสวงหาความรู้และใช้กระบวนการทางปัญญาในการสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้สืบค้น วิเคราะห์ข้อมูลจากสื่อการเรียนรู้ต่างๆ ทั้งข้อความและรูปแบบเชิงภาพจนทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างข้อสรุปในรูปแบบเชิงภาพได้ นอกจากนี้ผู้สอนยังได้ให้คำแนะนำและใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่จนเกิดเป็นความคิดรวบยอดจากรูปแบบเชิงภาพอีกครั้ง ดังนั้น เมื่อถึงขั้นที่ 5 การสะท้อนความรู้เชิงภาพ ทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้และสามารถอธิบายองค์ประกอบต่างๆ ในภาพได้อย่างครบถ้วน เนื่องจากผู้เรียนได้เกิดความคิดรวบยอดในเชิงภาพจากสิ่งที่เรียนรู้ในทุกขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่มีการใช้รูปแบบเชิงภาพเป็นตัวขับเคลื่อนการเรียนรู้ของผู้เรียน

อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาพัฒนาการของผู้เรียนจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ดีขึ้นทั้งในภาพรวมและจำแนกตามองค์ประกอบ แต่จะมีผู้เรียนบางส่วนที่ยังไม่สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ได้จนถึงระดับที่มุ่งหวังได้ทั้งหมด โดยทักษะการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking) เป็นทักษะของการคิดรูปแบบหนึ่งที่เป็นทักษะทางปัญญา (Jo and Bednarz, 2009) ซึ่งมีนักวิจัยจำนวนมากที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกฝนทักษะทางการคิดหรือกระบวนการทำงานของสมองเป็นเวลาหลายทศวรรษแล้ว แต่ก็เป็นที่น่าแปลกใจว่าผลการวิจัยที่สอดคล้องกันเกี่ยวกับการฝึกทักษะทางการคิดที่มีประสิทธิภาพนั้นมีน้อยมาก (Katz, Shah, and

Meyer, 2018) ซึ่งการที่ผลการศึกษาวิจัยในการพัฒนาทักษะการคิดมีความแตกต่างกันนั้น เนื่องจากงานวิจัยจำนวนมากไม่สามารถอธิบายความแตกต่างกันระหว่างบุคคลได้ เพราะวิธีการฝึกฝนทักษะการคิดวิธีหนึ่งอาจจะได้ผลดีกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่ง แต่ก็ไม่ใช่จะเกิดขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (Cherry, 2021) ด้วยความแตกต่างกันระหว่างบุคคลที่เกิดขึ้นนี้ถือเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งผลให้พัฒนาการของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนมีความแตกต่างกัน ตลอดจนปัจจัยในเรื่องของเวลา เนื่องจากผลการศึกษาวิจัยกระบวนการฝึกฝนการทำงานของสมองของ Hampshire, Sandrone, and Hellyer (2019) พบว่า ในระยะเวลาการฝึกฝนการทำงานของสมองในระยะเวลา 1 ปีที่เท่ากัน บางคนอาจพัฒนาความจำเพื่อใช้งาน (Working-memory) ได้ในระดับสูง ในขณะที่บางคนยังอยู่ในขั้นเริ่มต้นของการฝึกการใช้ความจำเพื่อใช้งาน โดยงานวิจัยดังกล่าวได้เสนอแนะว่าการฝึกฝนการทำงานของสมองให้มีประสิทธิภาพนั้น อาจต้องมีการขยายช่วงระยะเวลาในการฝึกฝนออกไป ดังนั้น ด้วยข้อจำกัดในเรื่องของเวลาที่ใช้ในการวิจัยและปัจจัยด้านความแตกต่างกันระหว่างบุคคล จึงส่งผลให้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ไม่สามารถพัฒนาผู้เรียนไปยังจุดมุ่งหวังได้ทั้งหมด แต่จากผลการศึกษาก็จะเห็นได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นช่วยทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทักษะการคิดเชิงพื้นที่ที่ดีขึ้นและความสามารถทักษะการคิดเชิงพื้นที่ก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการศึกษาดังกล่าวจะเห็นได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นช่วยส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู โดยผู้วิจัยจัดลำดับการอธิบายเหตุผลสนับสนุนผลการทดลองดังกล่าวตามขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมเชิงภาพ

ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับการกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน จากรูปแบบเชิงภาพ เช่น รูปภาพ แผนที่ แผนภาพ กราฟ ฯลฯ ที่สัมพันธ์กับสิ่งที่ผู้เรียนสนใจหรือสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน พร้อมทั้งคำถามที่ผู้สอนใช้กระตุ้นความสนใจและเป็นการทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจากรูปแบบเชิงภาพ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมมาใช้ในการมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นและตอบคำถามตามความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพ ทำให้ผู้เรียนได้ใช้องค์ประกอบต่างๆ ของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้งในด้านของการใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ ด้านภาพตัวแทนและด้านกระบวนการใช้เหตุผล เนื่องจากผู้เรียนจะได้รับการกระตุ้นความรู้

เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพ ทำให้ผู้เรียนจะต้องใช้องค์ประกอบด้านภาพ ตัวแทนในการนึกภาพเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่นำเสนอ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎี Multimedia Learning ของ Mayer (2001) ที่ได้อธิบายว่าการรับรู้ข้อมูลเชิงภาพจะช่วยกระตุ้นความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนได้และนำไปสู่การสร้างรูปแบบเชิงภาพในใจ อีกทั้งผู้เรียนต้องมีการใช้ องค์ประกอบในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ในการทบทวนถึงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพที่นำเสนอในเชิงพื้นที่ ตลอดจนมีการใช้องค์ประกอบด้านกระบวนการใช้ เหตุผลในกระบวนการคิดเพื่อตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพจากความรู้ เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Card (1999) ที่อธิบายว่า การใช้ข้อมูลเชิงภาพ ประเภทต่างๆ เช่น แผนภาพ แผนที่ และกราฟต่างๆ นั้น ข้อมูลเชิงภาพเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมให้เกิด การใช้กระบวนการทางปัญญาได้ และสอดคล้องกับ Uttal (2000) ที่อธิบายว่าการใช้ข้อมูลเชิงภาพ ช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการนึกภาพ (Visualization) ที่นำไปสู่การเกิดกระบวนการทางความคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ภาพตัวแทนในเชิงพื้นที่ (Spatial Representation) ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เกิด กระบวนการคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้อมูลเชิงภาพที่สัมพันธ์กับความ สนใจของผู้เรียนและสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่ผู้สอนได้นำเสนอในขั้นตอนนี้จะ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้องค์ประกอบต่างๆ ของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้งในด้านการใช้ความรู้ เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ ด้านภาพตัวแทน และด้านกระบวนการใช้เหตุผล

ขั้นที่ 2 การนึกภาพและเชื่อมโยง

ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการทางความคิดในการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือ ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนกับเนื้อหาความรู้ใหม่ผ่านการใช้รูปแบบเชิงภาพ เช่น รูปภาพ แผนที่ แผนภาพ กราฟ ฯลฯ และคำถามในการกระตุ้นกระบวนการทางความคิดของผู้เรียนให้เกิดการ เชื่อมโยงกันระหว่างความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ โดยผู้สอนจะใช้คำถามเกี่ยวกับ รูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับเนื้อหาความรู้ใหม่ เช่น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องสัณฐาน ของโลก ผู้สอนจะใช้คำถามว่า "จากแผนที่ที่นักศึกษาเคยเรียนรู้หรือเคยใช้ มีสิ่งใดที่สัมพันธ์กับ รูปแบบเชิงภาพดังกล่าวบ้าง" ซึ่งคำถามดังกล่าวจะเป็นการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมหรือ ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับระบบพิกัดหรือสิ่งต่างๆ ที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้เกี่ยวกับข้อมูลเชิง ภาพหรือแบบจำลองรูปทรงของโลกมาเชื่อมโยงกับเนื้อหาความรู้ใหม่เกี่ยวกับสัณฐานของโลกที่ผู้สอน ได้นำเสนอในรูปแบบเชิงภาพ เป็นต้น

ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ใช้องค์ประกอบต่างๆ ของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้งในด้านการใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ ด้านภาพตัวแทนและด้านกระบวนการใช้เหตุผล เนื่องจากการใช้รูปแบบเชิงภาพในเชิงพื้นที่ เช่น แผนที่ และคำถามจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้องค์ประกอบในด้านภาพตัวแทนที่เป็นการนิยามเกี่ยวกับรูปภาพหรือแบบจำลองของโลกที่เคยเรียนรู้ว่ามีความเกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพที่ผู้สอนนำเสนออย่างไร ซึ่งจะเป็นการใช้องค์ประกอบในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ด้วยเช่นกันในการใช้กระบวนการทางปัญญาในการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพที่นำเสนอ ซึ่งสอดคล้องกับคำอธิบายของ Golledge and Stimson (1997) ที่อธิบายถึงการใช้ภาพตัวแทนในเชิงพื้นที่ว่าจะช่วยให้ผู้เรียนนิยามความสัมพันธ์ต่างๆ (Visualize Relation) อันจะนำไปสู่การสร้างแผนที่ในใจ (Imagine Maps) ที่ทำให้เข้าใจถึงตำแหน่งที่ตั้ง คุณลักษณะของสถานที่และความสัมพันธ์กันระหว่างสถานที่ต่างๆ ที่เป็นสิ่งที่อยู่ในองค์ประกอบของการคิดเชิงพื้นที่ในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ (Concept of Space) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mnguni (Mnguni et al., 2016) ที่พบว่า ทักษะการนิยามภาพ (Visualisation Skills) เป็นทักษะที่มีความจำเป็นสำหรับผู้เรียน เพราะเป็นทักษะที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา (Content Knowledge) อีกทั้งการใช้ภาพตัวแทนและคำถามดังกล่าวจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้องค์ประกอบด้านกระบวนการใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นและตอบคำถาม เนื่องจากสามารถใช้ภาพตัวแทนเพื่อส่งเสริมการใช้กระบวนการด้านเหตุและผลได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ภาพตัวแทนที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา (Stenning and Oberlander, 1995)

ขั้นที่ 3 การตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานเชิงภาพ

ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอนในการตั้งประเด็นปัญหาและข้อสมมติฐานเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ เช่น รูปภาพ แผนที่ แผนภาพ กราฟ ฯลฯ เพื่อนำไปสู่กระบวนการแสวงหาความรู้จนเกิดเป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพในขั้นตอนนี้ โดยในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตั้งประเด็นปัญหาเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ ซึ่งผู้สอนจะคอยชี้แนะผู้เรียนเพื่อนำไปสู่ประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพที่เชื่อมโยงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในการตั้งข้อสมมติฐานของตนเอง แล้วผู้เรียนแต่ละคนจะเสนอข้อสมมติฐานของตนเองจนเกิดการอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับข้อสมมติฐานของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Van Gelder (2002) ที่พบว่าการใช้ข้อมูลเชิงภาพจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการอธิบายหรือแสดงความคิดเห็นได้ดียิ่งขึ้น และสอดคล้องกับการศึกษาของ Kirschner, Simon,

Buckingham, and Chad (2003) ที่พบว่า การใช้ข้อมูลเชิงภาพจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในมุมมองหรือความคิดเห็นที่หลากหลายจากอภิปรายร่วมกัน และนำไปสู่การสรุปข้อสมมติฐานที่ได้จากการอภิปรายเพื่อเป็นแนวทางในการแสวงหาคำตอบเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ

ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการทางปัญญาในการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของตนกับรูปแบบเชิงภาพ เพื่อตั้งข้อสมมติฐานที่นำไปสู่การแสวงหาคำตอบ ทำให้ผู้เรียนได้ใช้องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้งในด้านการใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ ด้านภาพตัวแทนและด้านกระบวนการใช้เหตุผล เนื่องจากผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ร่วมกันกับกระบวนการใช้เหตุผลผ่านการนิภาพหรือการใช้ภาพตัวแทนภายในกับการตั้งประเด็นปัญหาและข้อสมมติฐานของตนเองเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ เนื่องจากรูปแบบเชิงภาพที่นำเสนอจะเป็นสิ่งที่ช่วยสนับสนุนการคิดเชิงพื้นที่ได้และนำไปสู่การตั้งประเด็นคำถามในเชิงพื้นที่ ทำให้เกิดกระบวนการในการเรียนรู้ต่างๆ (Metoyer et al., 2015) ซึ่ง Presseisen (2001) ได้อธิบายว่า การตั้งสมมติฐานเป็นผลจากความสามารถทางการคิดที่สำคัญและครอบคลุมถึงการใช้กระบวนการทางปัญญาในด้านการให้เหตุผล (Reasoning) และสอดคล้องกับ Jo (2007) ที่อธิบายว่า กระบวนการใช้เหตุผลในแง่ของการคิดเชิงพื้นที่ คือ กระบวนการทางปัญญาที่ทำให้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่และภาพตัวแทนได้ถูกผสมผสานกัน ดังนั้น จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นตอนนี้เกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ทุกองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้งในด้านการใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ ด้านภาพตัวแทนและด้านกระบวนการใช้เหตุผล

ขั้นที่ 4 การใช้กระบวนการทางปัญญา

ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการต่างๆ ในการแสวงหาความรู้และใช้กระบวนการทางปัญญาในการสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษาจากรูปแบบเชิงภาพ เช่น รูปภาพ แผนภาพ แผนภาพ กราฟ ฯลฯ ซึ่งสอดคล้องกับ Klerkx, Verbert and Duval (2014) ที่ได้อธิบายว่า ข้อมูลเชิงภาพเป็นตัวแทนของข้อมูลต่างๆ ที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการสืบค้นข้อมูลและสร้างความเข้าใจ อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือทางการศึกษาที่มีบทบาทสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา เนื่องจากการเชื่อมโยงกันของข้อมูลเชิงภาพและการสืบค้นผ่านเครื่องมือต่างๆ จะทำให้เกิดการค้นพบข้อมูลจำนวนมากที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้และสร้างความเข้าใจ (Ahn and Brusilovsky, 2009 ; Morville, 2005) โดยผู้เรียนจะทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ตามที่ได้รับ

คำแนะนำจากผู้สอน เพื่อหาคำตอบให้กับข้อสมมติฐานของตนเอง แล้วรวบรวมข้อมูลและหาข้อสรุปจากข้อมูลที่ได้ศึกษา เพื่อตอบคำถามตามข้อสมมติฐานที่ตนเองตั้งไว้ เมื่อผู้เรียนแต่ละคนได้ข้อสรุปของตนเองแล้วผู้สอนจะให้ผู้เรียนแต่ละคนมีการแลกเปลี่ยนกันตรวจสอบข้อสรุปที่ได้กับเพื่อน เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเบื้องต้น แล้วผู้สอนจึงตรวจสอบข้อสรุปที่ได้ของผู้เรียนแต่ละคน พร้อมทั้งให้ผลสะท้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคลเกี่ยวกับข้อสรุปของคำตอบที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้แนวทางคำตอบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้จนเกิดเป็นความรู้ใหม่ ซึ่งผู้สอนจะใช้คำถามนำเพื่อให้ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อสรุปของตนเองกับรูปแบบเชิงภาพจนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่เกิดขึ้นใหม่ จากนั้นผู้สอนจะอธิบายและยกตัวอย่างในเชิงภาพให้ผู้เรียนเห็นถึงความสัมพันธ์กันระหว่างความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน พร้อมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความพยายามทางความคิดในการสร้างความสัมพันธ์กันจนเกิดเป็นความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ

กิจกรรมการเรียนรู้การเรียนการสอนในขั้นตอนนี้ที่ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการต่างๆ ในการแสวงหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองจนเกิดเป็นความรู้ใหม่จะสามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Schlemper et al. (2019) ที่พบว่า การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้และเกิดการเรียนรู้อย่างตื่นตัว มีการใช้กระบวนการต่างๆ ในการแสวงหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยมีประเด็นปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนสามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ให้แก่ผู้เรียนได้ และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Amin et al. (2020) ที่พบว่า การเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการแก้ไขปัญหาช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาองค์ประกอบต่างๆ ของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ได้ เนื่องจากการเรียนรู้ดังกล่าวจะถูกขับเคลื่อนด้วยการผสมผสานกันขององค์ประกอบทั้ง 3 ด้านของทักษะการคิดเชิงพื้นที่โดยที่องค์ประกอบในด้านกระบวนการใช้เหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการผสมผสานกันขององค์ประกอบทั้งในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่และด้านภาพตัวแทนในการแก้ไขปัญหาผ่านกระบวนการตั้งสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล จนกระทั่งได้ข้อสรุป (Jo, 2018)

ขั้นที่ 5 การสะท้อนความรู้เชิงภาพ

ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะสะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นของผู้เรียนแต่ละบุคคลผ่านการนำเสนอหน้าชั้นเรียนด้วยการใช้ภาพตัวแทนภายนอก เช่น รูปภาพ แผนที่ แผนภาพ กราฟ ฯลฯ หรือเครื่องมือต่างๆ ในการนำเสนอ โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อผู้เรียนเป็นผู้รับฟังการนำเสนอของเพื่อนร่วมชั้นจะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจการนำเสนอของเพื่อนร่วมชั้นเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Baranowski and Weir, 2011; Shaw, 2001; Weimer, 2013) ซึ่งการที่ผู้เรียนได้มีบทบาทในการนำเสนอหน้าชั้นเรียนจะช่วยพัฒนาทักษะและกระบวนการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างมากทั้งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ดียิ่งขึ้น เป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเอง และยังช่วยพัฒนาทักษะทางสังคมให้แก่ผู้เรียนได้ (Ghorbani and Ghazvini, 2016; Opitz and M, 2010) อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความคงทนในการเรียนรู้และส่งผลให้มีผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น (Allen and Baughman, 2016)

ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะเลือกใช้สื่อต่างๆ เพื่อนำเสนอความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นในเชิงภาพและตอบคำถามเพื่อสะท้อนถึงความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้น ซึ่งผู้สอนจะช่วยให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ใช้องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ทั้งในด้านการใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ ด้านภาพตัวแทนและด้านกระบวนการใช้เหตุผล เนื่องจากผู้เรียนจะต้องใช้องค์ประกอบในด้านภาพตัวแทนภายนอกในการนำเสนอผ่านสื่อต่างๆ และผู้เรียนจะต้องอธิบายความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นผ่านการผสมผสานกันขององค์ประกอบทั้งในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่และด้านกระบวนการใช้เหตุผล ซึ่งการอธิบายหรือการสื่อสารเกี่ยวกับข้อมูลที่ค้นพบโดยการใช้ภาพตัวแทนในเชิงพื้นที่จะเป็นสิ่งที่ช่วยสนับสนุนการคิดเชิงพื้นที่ได้ (Metoyer et al., 2015) และสอดคล้องกับ Jo (2007) ที่อธิบายว่า การใช้ภาพตัวแทนจะเป็นการส่งเสริมการใช้องค์ประกอบในด้านกระบวนการใช้เหตุผลที่นำไปสู่การใช้องค์ประกอบในด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ด้วยเช่นกัน เพราะองค์ประกอบด้านภาพตัวแทนถือเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพของกระบวนการคิดที่ช่วยกระตุ้นการใช้เหตุผลที่มีความซับซ้อน (National Research Council, 2006; Tversky, 2005) ซึ่งทักษะในการใช้และสร้างภาพตัวแทนในเชิงพื้นที่นับเป็นเรื่องที่สำคัญที่จะพัฒนาผู้เรียนไปสู่ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการคิดเชิงพื้นที่ได้ (National Research Council, 2006)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

เนื่องจากผลการทดลองพบว่ารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพสามารถเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูได้ ดังนั้น หากผู้สอนในสถานศึกษาต่างๆ มีความสนใจที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปใช้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. การนำรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนจะต้องมีการศึกษาบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด เพื่อที่จะสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และควรมีการจัดสิ่งแวดล้อมในชั้นเรียนที่เอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้ เช่น แหล่งข้อมูล แนวทางการสืบค้นข้อมูล สื่อที่ใช้ในการสนับสนุนกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการนำเสนอรูปแบบเชิงภาพต่างๆ ได้

2. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเน้นการใช้รูปแบบเชิงภาพ โดยรูปแบบเชิงภาพ คือ ตัวแทนที่ทำให้เกิดการมองเห็นข้อมูลในเชิงภาพ เช่น รูปภาพ แผนที่ แผนภาพ กราฟ ฯลฯ เป็นตัวขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้และส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้น ผู้สอนควรจัดเตรียมรูปแบบเชิงภาพที่สามารถเชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเป็นรูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนได้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ อีกทั้งควรเป็นรูปแบบเชิงภาพที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้และเกิดผลลัพธ์การเรียนรู้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน

3. การนำเครื่องมือในการประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูไปใช้ ผู้สอนจะต้องมีการศึกษานิยามและองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่อย่างละเอียด เพื่อที่จะสามารถนำเครื่องมือดังกล่าวไปใช้ประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งเครื่องมือในการประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่จะอิงตามเนื้อหา ดังนั้น ก่อนที่ผู้สอนจะนำเครื่องมือในการประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ไปใช้ ควรมีการปรับข้อความให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาที่จะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้สามารถประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. กิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นตามบริบทการเรียนการสอนในชั้นเรียนตามปกติ ดังนั้น ถ้ามีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบออนไลน์ ผู้สอนจะต้องมีวิธีกำกับและตรวจสอบผู้เรียนตลอดการเรียนการสอน เช่น ให้ผู้เรียนเปิดกล้องในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การกำหนดเวลาในการส่งงาน ฯลฯ อีกทั้งในข้อจำกัดของการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งผู้สอนควรให้คำแนะนำในการใช้โปรแกรมหรือวิธีการนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนไม่แตกต่างจากชั้นเรียนตามปกติและทำให้ผู้สอนสามารถสังเกตพฤติกรรมมีส่วนร่วมในชั้นเรียนได้อย่างทั่วถึง เนื่องจากการเรียนมีส่วนร่วมของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญของทุกขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการพัฒนาหลักสูตรหรือโปรแกรมที่ส่งเสริมนักศึกษาครูให้มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่หรือทักษะอื่นๆ ที่มีความจำเป็นต่อการพัฒนาครูและเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนในอนาคต

2. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาพัฒนาการทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครูในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีการพัฒนาเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพในลักษณะอื่นๆ เช่น แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม ฯลฯ

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กนก จันทรา. (2561). *การรู้เรื่องภูมิศาสตร์*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กาญจนา ภัทราวิวัฒน์. (2559). Interrupted Time Series Design: การประเมินประสิทธิผลของ Intervention สำหรับประยุกต์ใช้ในงานวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์*, 22(2), 1-15.
- เกียรติยศ กุลเดชชัยชาญ. (2555). *การทดลองวัดผลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝงในการพัฒนาทักษะการคิดวิพากษ์แบบบูรณาการของนักเรียน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุุณบัณฑิต, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- แก้วใจ สุวรรณเวช. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการสอน ภูมิศาสตร์ สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครูสังคมศึกษา. *Veridian E-Journal*, 9(2), 2102-2114.
- ทิตนา แคมมณี. (2558). *ศาสตร์การสอน*. ด้านสหวิชาการพิมพ์.
- ทิตนา แคมมณี และคณะ. (2549). *การนำเสนอรูปแบบเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูงของนิสิตนักศึกษาครูระดับปริญญาตรี สำหรับหลักสูตรครุศึกษา*. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปยุตยา จันทมาตย์. (2557). *การศึกษาทักษะการสอนของครูสังคมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในโรงเรียนมาตรฐานสากลระดับมัธยมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณิการ์ วงศ์มยุรา. (2555). *ปัญหาการคิดของเด็กไทย*. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://www.gotoknow.org/posts/249898>
- วิทยากร เชียงกูล. (2562). *ปัญหาหลักของการศึกษาไทย*. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/647483>
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระภูมิศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)*. สืบค้น 5 กันยายน 2560 จาก http://www.fth1.com/uppic/10105600/news/10105600_1_20170825-163436.pdf.

ภาษาอังกฤษ

- Ahn, J.-W., & Brusilovsky, P. (2009). Adaptive Visualization of Search Results: Bringing User Models to Visual Analytics. *Information Visualization*, 8(3), 167-179. <https://doi.org/10.1057/ivs.2009.12>

- Ainsworth, S., & Th Loizou, A. (2003). The effects of self-explaining when learning with text or diagrams [https://doi.org/10.1207/s15516709cog2704_5]. *Cognitive Science*, 27(4), 669-681.
https://doi.org/https://doi.org/10.1207/s15516709cog2704_5
- Allen, P. J., & Baughman, F. D. (2016). Active learning in research methods classes is associated with higher knowledge and confidence, though not evaluations or satisfaction. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00279>
- Amin, S., Sumarmi, S., Bachri, S., Susilo, S., & Bashith, A. (2020). The Effect of Problem-Based Hybrid Learning (PBHL) Models on Spatial Thinking Ability and Geography Learning Outcomes. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15(19). <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/15729>
- Anu, V. (2021). *Pros and Cons of Visual Learning Style for Students*. Retrieved 22 May 2021 from <https://www.embibe.com/exams/visual-learning-benefits-and-strategies-for-students-teachers/>
- Baranowski, M., & Weir, K. (2011). Peer Evaluation in the Political Science Classroom. *PS: Political Science & Politics*, 44(4), 805-811.
<https://doi.org/10.1017/S1049096511001302>
- Bednarz, S., Acheson, G., & Bednarz, R. (2006). Maps and Map Learning in Social Studies. *Social Education*, 70(7), 398-404, 432.
- Binko, J. B. (1989). Geography inservice that works: Multiplying your successes. *NASSP Bulletin*, 73, 47-50.
- Blaut, J. M., & Stea, D. (1974). Mapping at the Age of Three. *Journal of Geography*, 73(7), 5-9. <https://doi.org/10.1080/00221347408980311>
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. David McKay Company, Inc.
- Bodzin, A., & Anastasio, D. (2006). Using Web-based GIS For Earth and Environmental Systems Education. *Journal of Geoscience Education*, 54, 295-300.
<https://doi.org/10.5408/1089-9995-54.3.295>
- Bruner, J. S. (1973). *Beyond the information given*. Norton.

- Burmark, L. (2002). *Visual Literacy: Learn To See, See To Learn*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Burte, H., Kauppinen, T., & Hegarty, M. (2015). *Teaching Spatial Thinking from Interdisciplinary Perspective Workshop*. TSTIP@ COSIT.
- Burton, L. (2004). *Helping students become media literate*. In Workshop's paper. Australian School Library Association (NSW) Inc. 5th State Conference.
- Caldwell, W. S., Greene, J. M., Dobson, G. P., & deBethizy, J. D. (1993). Intragastric nitrosation of nicotine is not a significant contributor to nitrosamine exposure. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 686, 213-228.
- Card, S., Mackinlay, J., & Shneiderman, B. (1999). *Readings in Information Visualization: Using Vision To Think*. Academic Press.
- Carter, C. S., Larussa, M. A., & Bodner, G. M. (1987). A study of two measures of spatial ability as predictors of success in different levels of general chemistry [<https://doi.org/10.1002/tea.3660240705>]. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(7), 645-657. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.3660240705>
- Charcharos, C., Tomai, E., & Kokla, M. (2015). *Assessing spatial thinking ability*. GEOTHNK International Closing Conference, Athens, Greece. Retrieved 3 March 2019 from https://www.academia.edu/20584709/Assessing_Spatial_Thinking_Ability
- Cherry, K. (2021). *Do Brain Training Games Really Work?* <https://www.verywellmind.com/cognitive-training-long-term-improvement-2795014#citation-4>
- Clark, J. M., & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149-210. <https://doi.org/10.1007/BF01320076>
- Clements, D. H. (2004). Geometric and spatial thinking in early childhood education. In D. Clements, J. Sarama, & M. A. DiBaise (Eds.), *Engaging young children in mathematics: Results of the conference on standards for pre-school and kindergarten mathematics education* (pp. 267–298). Erlbaum Associates.
- De Westelinck, K., Valcke, M., de Craene, B., & Kirschner, P. A. (2005). Multimedia learning in social sciences: Limitations of external graphical representations. *Computers in Human Behavior*, 21, 555 - 574.

- Elder, B. (2016). *Cone of Learning: Creating Active Learners through Sensory Integration and Hands-On Experiences*. Retrieved 22 May 2021 from <https://ilsllearningcorner.com/2016-09-cone-learning-creating-active-learners-sensory-integration-hands-experiences/>
- Feldman, D. H. (2004). Piaget's stages: The unfinished symphony of cognitive development. *New Ideas in Psychology*, 22(3), 175-231. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2004.11.005>
- Gardner, H. (1999). *Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century*. Basic Books.
- Gersmehl, P. J., & Gersmehl, C. A. (2007). Spatial Thinking by Young Children: Neurologic Evidence for Early Development and "Educability". *Journal of Geography*, 106(5), 181-191. <https://doi.org/10.1080/00221340701809108>
- Ghorbani, A., & Ghazvini, K. (2016). Using paper presentation breaks during didactic lectures improves learning of physiology in undergraduate students. *Advances in Physiology Education*, 40(1), 93-97. <https://doi.org/10.1152/advan.00137.2015>
- Giorgdze, M., & Dgebuadze, M. (2017). Interactive teaching methods: challenges and perspectives. *International E-Journal of Advances in Education*, 3(9), 544-548. <https://doi.org/10.18768/ijaedu.370419>
- Golledge, R. G. (1995). Primitives of spatial knowledge. In T. L. Nyerges & M. J. Egenhofer (Eds.), *Cognitive Aspects of Human-Computer Interaction for Geographic Information Systems* (pp. 29-44). Kluwer Academic Publishers.
- Golledge, R. G. (2002). The Nature of Geographic Knowledge [<https://doi.org/10.1111/1467-8306.00276>]. *Annals of the Association of American Geographers*, 92(1), 1-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1467-8306.00276>
- Golledge, R. G., & Stimson, R. J. (1997). *Spatial behavior: a geographic perspective*. The Guilford Press.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. McGraw Hill.
- Gryl, I., Jekel, T., & Donert, K. (2010). GI and spatial citizenship. In T. Jekel, A. Koller, K. Donert, & R. Vogler (Eds.), *Learning with Geoinformation V – Lerner mit Geoinformation V* (pp. 2–11). Wichmann Verlag.

- Hampshire, A., Sandrone, S., & Hellyer, P. J. (2019). A Large-Scale, Cross-Sectional Investigation Into the Efficacy of Brain Training. *Frontiers in human neuroscience*, 13, 221-221. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00221>
- Hanson, S., & Hanson, P. (1993). The geography of everyday life. In T. Gärling & R. G. Golledge (Eds.), *Behavior and Environment* (pp. 249–269). Elsevier Science Publishers.
- Hazama, S. (2002). *Kosureba kukanzukei no gakushu wa kawaru (New methods for changing the learning of spatial figures)*. Meiji-tosho.
- Healey, C. G. (2007). *Perception in visualization*. Retrieved 8 October 2018 from <http://www.csc.ncsu.edu/faculty/healey/PP/index.html>
- Hegarty, M., & Tarampi, M. R. (2016). Teaching Spatial Thinking: Perspectives from Cognitive Psychology. In H. Burte, T. Kauppinen, & M. Hegarty (Eds.), *Proceedings of the Workshop on Teaching Spatial Thinking from Interdisciplinary Perspectives (TSTIP 2015)* (pp. 36-44). at COSIT 2015 in Santa Fe, NM
- Hein, G. E. (1991). *Constructivist learning theory*. Institute for Inquiry. <https://www.exploratorium.edu/education/ifi/constructivist-learning>
- Hespanha, S. R., Goodchild, F., & Janelle, D. G. (2009). Spatial Thinking and Technologies in the Undergraduate Social Science Classroom. *Journal of Geography in Higher Education*, 33(sup1), S17-S27. <https://doi.org/10.1080/03098260903033998>
- Higgins-Opitz, S. B., & Tufts, M. (2010). Student perceptions of the use of presentations as a method of learning endocrine and gastrointestinal pathophysiology. *Advances in Physiology Education*, 34(2), 75-85. <https://doi.org/10.1152/advan.00105.2009>
- Höffler, T. N. (2010). Spatial Ability: Its Influence on Learning with Visualizations—a Meta-Analytic Review. *Educational Psychology Review*, 22(3), 245-269. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9126-7>
- James, H. J., & Nelson, S. L. (1981). A classroom learning cycle: Using diagrams to classify matter. *Journal of Chemical Education*, 58(6), 476. <https://doi.org/10.1021/ed058p476>

- Janelle, D. G., & Goodchild, M. F. (2009). Location across disciplines: Reflections on the CSISS experience. In D. Z. Sui (Ed.), *Geospatial technology and the role of location in science* (pp. 15–29). Springer Science.
- Janelle, D. G., Hespanha, S. R., Goodchild, F., & Goodchild, M. F. (2009). Workshops and national dimensions of geographic analysis in the social sciences: the CSISS experience in the USA. *Journal of Geography in Higher Education*, 33 supplement 1, 88-103.
- Jo, I. (2007). *Aspects of spatial thinking in geography textbook questions*. Master's thesis, Geography, Texas A&M University.
- Jo, I. (2018). Spatial thinking in secondary geography: A summary of research findings and recommendations for future research. *Boletim Paulista de Geografia*, 99, 200-212.
- Jo, I., & Bednarz, S. W. (2009). Evaluating Geography Textbook Questions from a Spatial Perspective: Using Concepts of Space, Tools of Representation, and Cognitive Processes to Evaluate Spatiality. *Journal of Geography*, 108(1), 4-13.
<https://doi.org/10.1080/00221340902758401>
- Joyce, B., & Weil, M. (2000). *Model of Teaching* (6th ed. ed.). Prentice Hall.
- Joyce, B., Weil, M., & Showers, B. (1992). *Model of teaching* (4th ed. ed.). Allyn and Bacon : A Division of Simon & Schuster, Inc.
- K., D., & A., H. (2000). *A Brief Guide to Developmental Theory and Aesthetic Development*. Visual Understanding in Education. http://ocmatours.net/wp-content/uploads/a_brief_gde_dev_thry.pdf
- Katz, B., Shah, P., & Meyer, D. E. (2018). How to play 20 questions with nature and lose: Reflections on 100 years of brain-training research. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(40), 9897–9904.
- Kirschner, P. A., Simon, J., Buckingham, S., & Chad, S. (2003). *Visualizing argumentation: Software tools for collaborative and educational sense-making*. Springer.
- Klerkx, J., Verbert, K., & Duval, E. (2014). Enhancing learning with visualization techniques. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bisho (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 791-807). Springer.

- Koedinger, K. R., & Anderson, J. R. (1990). Abstract Planning and Perceptual Chunks: Elements of Expertise in Geometry
[\[https://doi.org/10.1207/s15516709cog1404_2\]](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1404_2). *Cognitive Science*, 14(4), 511-550.
https://doi.org/https://doi.org/10.1207/s15516709cog1404_2
- Kompridis, N. (2000). So We Need Something Else for Reason to Mean. *International Journal of Philosophical Studies*, 8(3), 271-295.
<https://doi.org/10.1080/096725500750039282>
- Kosslyn, S. M., Margolis, J. A., Barrett, A. M., Goldknopf, E. J., & Daly, P. F. (1990). Age Differences in Imagery Abilities. *Child Development*, 61(4), 995-1010.
<https://doi.org/10.2307/1130871>
- Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212-218. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2
- Lee, J., & Bednarz, R. (2009). Effect of GIS Learning on Spatial Thinking. *Journal of Geography in Higher Education*, 33(2), 183-198.
<https://doi.org/10.1080/03098260802276714>
- Lee, J., & Bednarz, R. (2012). Components of Spatial Thinking: Evidence from a Spatial Thinking Ability Test. *Journal of Geography*, 111(1), 15-26.
<https://doi.org/10.1080/00221341.2011.583262>
- Lord, T. R. (1987). A look at spatial abilities in undergraduate women science majors
[\[https://doi.org/10.1002/tea.3660240808\]](https://doi.org/10.1002/tea.3660240808). *Journal of Research in Science Teaching*, 24(8), 757-767. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.3660240808>
- Lund, J. J., & Sinton, D. S. (2007). Critical and creative visual thinking. In D. S. Sinton & J. J. Lund (Eds.), *Understanding place: GIS and mapping across the curriculum* (pp. 1-17). ESRI Press.
- Marsh, M., Golledge, R., & Battersby, S. E. (2007). Geospatial Concept Understanding and Recognition in G6-College Students: A Preliminary Argument for Minimal GIS. *Annals of the Association of American Geographers*, 97(4), 696-712.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.2007.00578.x>
- Mast, F. W., Ganis, G., Christie, S., & Kosslyn, S. M. (2003). Four types of visual mental imagery processing in upright and tilted observers. *Cognitive Brain Research*, 17(2), 238-247. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(03\)00111-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0926-6410(03)00111-3)

- Mathewson, J. H. (1999). Visual-spatial thinking: An aspect of science overlooked by educators [[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199901\)83:1<33::AID-SCE2>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199901)83:1<33::AID-SCE2>3.0.CO;2-Z)]. *Science Education*, 83(1), 33-54.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199901\)83:1<33::AID-SCE2>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199901)83:1<33::AID-SCE2>3.0.CO;2-Z)
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2002). Rote Versus Meaningful Learning. *Theory Into Practice*, 41(4), 226-232. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_4
- Mayer, R. E. (2003). *Learning and instruction*. Prentice-Hall.
- Mayer, R. E. (2008). *Learning and instruction* (2nd ed. ed.). Pearson Merrill Prentice Hall.
- Mayer, R. E. (2010). Applying the science of learning to medical education [<https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2010.03624.x>]. *Medical Education*, 44(6), 543-549. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2010.03624.x>
- Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1992). The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 444-452. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.84.4.444>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 14(1), 87-99.
<https://doi.org/10.1023/A:1013184611077>
- McClean, P., Johnson, C., Rogers, R., Daniels, L., Reber, J., Slator, B. M., Terpstra, J., & White, A. (2005). Molecular and cellular biology animations: development and impact on student learning. *Cell biology education*, 4(2), 169-179.
<https://doi.org/10.1187/cbe.04-07-0047>
- Metoyer, S. K., Bednarz, S. W., & Bednarz, R. S. (2015). Spatial Thinking in Education: Concepts, Development, and Assessment. In S. O. Muñiz, A. Demirci, & J. Schee (Eds.), *Geospatial Technologies and Geography Education in a Changing World* (pp. 21–33). Springer US.
- Mnguni, L. (2007). *Development of a taxonomy for visual literacy in the molecular life sciences*. Master's Thesis, Computer Science, University of KwaZulu-Natal.

- Mnguni, L. (2018). A DESCRIPTION OF VISUAL LITERACY AMONG THIRD YEAR BIOCHEMISTRY STUDENTS. *Journal of Baltic Science Education*, 17, 486-495.
- Mnguni, L., Schönborn, K., & Anderson, T. (2016). Assessment of visualisation skills in biochemistry students. *South African Journal of Science*, 112, 1-8.
<https://doi.org/10.17159/sajs.2016/20150412>
- Mnguni, L. E. (2014). The theoretical cognitive process of visualization for science education. *SpringerPlus*, 3(1), 184. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-184>
- Morville, P. (2005). *Ambient findability*. O'Reilly Media Inc.
- Mullet, K., & Sano, D. (1995). *Designing visual interfaces: communication oriented techniques*. Prentice Hall.
- National Research Council. (2006). *Learning to Think Spatial*. The National Academies Press.
- Newcombe, N. S. (2010). Picture This: Increasing math and science learning by improving spatial thinking. *American Educator*(Summer), 29-43.
<https://www.aft.org/sites/default/files/periodicals/Newcombe.pdf>
- Newcombe, N. S. (2013). Seeing Relationships: Using Spatial Thinking to Teach Science, Mathematics, and Social Studies. *American Educator*, 37(1), 26.
- Nisbet, J. (1993). The Thinking Curriculum. *Educational Psychology*, 13(3-4), 281-290.
<https://doi.org/10.1080/0144341930130306>
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1956). *The Child's Conceptualization of Space*. Routledge.
- Presseisen, B. Z. (2001). Thinking skills: Meanings and models revisited. In A. L. Costa (Ed.), *Developing minds: A resource book for teaching thinking* (3rd ed. ed., pp. 47- 53). Association for Supervision and Curriculum Development.
- R., B. (1984). *Design in the visual arts*. Prentice-Hall, Inc.
- Ramadas, J. (2009). Visual and Spatial Modes in Science Learning. *International Journal of Science Education*, 31(3), 301-318.
<https://doi.org/10.1080/09500690802595763>
- Ray, S., & Rieser, J. J. (2003). *Young children can generate dynamic spatial representations from listening to stories*. Presentation to the Society for Research in Child Development, Tampa, Fla.

- Ritter, K., & Moore, T. M. (2012). A Time-Series Study of Depression Using Cognitive-Behavioral Techniques Subsequent to Short-Term Psychodynamic Psychotherapy. *Clinical Case Studies*, 11(6), 411-425.
<https://doi.org/10.1177/1534650112461172>
- Rundgren, C.-J., Rundgren, S.-N. C., & Schönborn, K. J. (2010). Students' conceptions of water transport. *Journal of Biological Education*, 44(3), 129-135.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2010.9656209>
- Russell-Gebbett, J. (1985). Skills and strategies—pupils' approaches to three-dimensional problems in biology. *Journal of Biological Education*, 19(4), 293-298.
<https://doi.org/10.1080/00219266.1985.9654755>
- Schlemper, M. B., Athreya, B., Czajkowski, K., Stewart, V. C., & Shetty, S. (2019). Teaching Spatial Thinking and Geospatial Technologies Through Citizen Mapping and Problem-Based Inquiry in Grades 7-12. *Journal of Geography*, 118(1), 21-34.
<https://doi.org/10.1080/00221341.2018.1501083>
- Schönborn, K. J., & Anderson, T. R. (2009). A Model of Factors Determining Students' Ability to Interpret External Representations in Biochemistry. *International Journal of Science Education*, 31(2), 193-232.
<https://doi.org/10.1080/09500690701670535>
- Shaw, V. N. (2001). Training in presentation skills: An innovative method for college instruction. *Educational Psychology*, 122(1), 140-144.
- Shin, E. E., Milson, A. J., & Smith, T. J. (2016). Future Teachers' Spatial Thinking Skills and Attitudes. *Journal of Geography*, 115(4), 139-146.
<https://doi.org/10.1080/00221341.2015.1100654>
- Sinton, D. S., & Bednarz, S. W. (2007). About that G in GIS. In D. S. Sinton & J. J. Lund (Eds.), *Understanding place: GIS and mapping across the curriculum* (pp. 19-33). ESRI Press.
- Stenning, K., & Oberlander, J. (1995). A Cognitive Theory of Graphical and Linguistic Reasoning: Logic and Implementation
[\[https://doi.org/10.1207/s15516709cog1901_3\]](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1901_3). *Cognitive Science*, 19(1), 97-140.
https://doi.org/https://doi.org/10.1207/s15516709cog1901_3

- Stokes, S. (2001). Visual Literacy in Teaching and Learning: A Literature Perspective. *Electronic Journal for the integration of Technology in Education*, 1, 10 - 19.
- T.G., W. (1997). *In the Mind's Eye: Visual Thinkers, Gifted People With Dyslexia and Other Learning Difficulties, Computer Images and the Ironies of Creativity*. Prometheus.
- Thompson, J. M. (1999). Enhancing Cognitive Development in College Classrooms: A Review [Article]. *Journal of Instructional Psychology*, 26, 56.
<https://link.gale.com/apps/doc/A62980739/HRCA?u=anon~7e700d2f&sid=google Scholar&xid=702f3ba1>
- Thompson, P. W. (1995). Constructivism, cybernetics and information processing: implications for technologies of research on learning. In L. P. Steffe & J. Gale (Eds.), *Constructivism in Education*. Routledge.
- Tomaszewski, B., Vodacek, A., Parody, R., & Holt, N. (2015). Spatial Thinking Ability Assessment in Rwandan Secondary Schools: Baseline Results. *Journal of Geography*, 114(2), 39-48. <https://doi.org/10.1080/00221341.2014.918165>
- Tversky, B. (2005). Visuospatial reasoning. In K. J. Holyoak & R. G. Morrison (Eds.), *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* (pp. 209-240). Cambridge University Press.
- Uhlenwinkel, A. (2013). Spatial thinking or thinking geographically? On the importance of avoiding maps without meaning. *GI Forum*, 294-305.
http://www.austriaca.at/0xc1aa5576_0x002e6e6d.pdf
- Uttal, D. H. (2000). Seeing the big picture: map use and the development of spatial cognition [<https://doi.org/10.1111/1467-7687.00119>]. *Developmental Science*, 3(3), 247-264. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1467-7687.00119>
- van Gelder, T. (2002). Argument Mapping with Reason!Able. *The American Philosophical Association Newsletter on Philosophy and Computers*, 2, 85 - 90.
- Van Schoren, J. (2005). *Levels of perception*. Retrieved 8 October 2018 from <http://www.cs.kuleuven.be/~joaquin/zsp/fluidconcepts/node14.html>
- Wakabayashi, Y., & Ishikawa, T. (2011). Spatial thinking in geographic information science: a review of past studies and prospects for the future. *Procedia - Social and*

Behavioral Sciences, 21, 304-313.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.07.031>

Weimer, M. (2013). *Student presentations: Do they benefit those who listen?*

<https://www.facultyfocus.com/articles/teaching-and-learning/student-presentations-do-theybenefit-those-who-listen/>

Whelan, R. R. (2007). Neuroimaging of cognitive load in instructional multimedia.

Educational Research Review, 2(1), 1-12.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.edurev.2006.11.001>

Zayapragassarazan, Z., & Kumar, S. (2012). Active learning methods. *NTTC Bulletin*, 19(1), 3-5.





ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

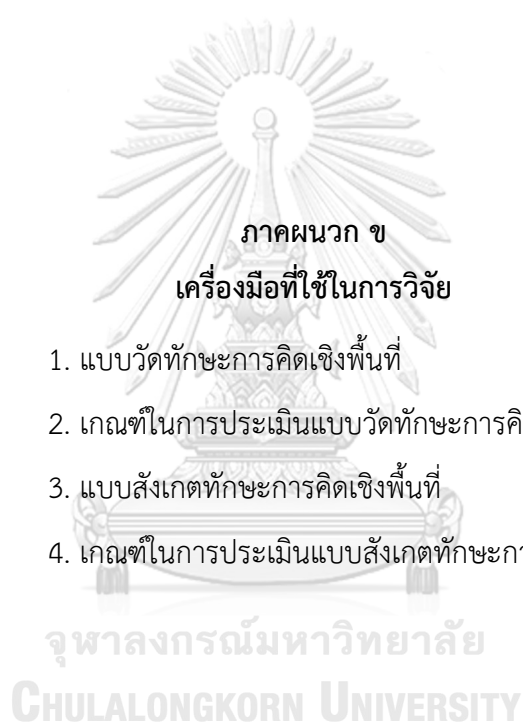


รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน
ตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ
และเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน

1. อาจารย์ ดร.กัลยา เทียนวงศ์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเดช โลศิริ
คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัณย์พร ยินดีสุข
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจคุณภาพของแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่
และเกณฑ์ในการประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่

1. รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ชีวินศิริวัฒน์
คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร.กัลยา เทียนวงศ์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
3. อาจารย์ ดร.นิติ เอี่ยมชื่น
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา
4. พันโทฐานัส มานวงศ์
โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
5. อาจารย์ศรานุฒิ ไวยสุศรี
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่
2. เกณฑ์ในการประเมินแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่
3. แบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่
4. เกณฑ์ในการประเมินแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. แบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่

ลักษณะของแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่

แบบวัดฉบับนี้มีลักษณะเป็นข้อสอบปรนัยและอัตนัยแบบมีเนื้อหาสาระอ้างอิง ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาภูมิศาสตร์กายภาพและมีการกำหนดเวลาในการทดสอบ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

การวัดและประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนจะใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในการประเมินทั้งก่อนและหลังการทดลอง โดยมีแบบทดสอบจำนวน 8 ข้อ ในการวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่และในแต่ละข้อจะมีข้อย่อยจำนวน 3 ข้อ ในการวัดแต่ละองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ โดยมีรายละเอียดของโครงสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ดังนี้

ตารางแสดงโครงสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ จำนวน 8 ข้อ

ข้อที่	ข้อย่อยที่	องค์ประกอบที่วัด	ประเภทข้อสอบ	กลุ่มเนื้อหา
1	1.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	ธรณีภาค
	1.2	ภาพตัวแทน	อัตนัย	
	1.3	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	
2	2.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	อุทกภาค
	2.2	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	
	2.3	ภาพตัวแทน	อัตนัย	
3	3.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	ธรณีภาค
	3.2	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	
	3.3	ภาพตัวแทน	อัตนัย	
4	4.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	ชีวภาค
	4.2	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	
	4.3	ภาพตัวแทน	ปรนัย	
5	5.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	ชีวภาค

ข้อที่	ข้อย่อยที่	องค์ประกอบที่วัด	ประเภทข้อสอบ	กลุ่มเนื้อหา
	5.2	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	
	5.3	ภาพตัวแทน	ปรนัย	
6	6.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	อุทกภาค
	6.2	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	
	6.3	ภาพตัวแทน	อัตนัย	
7	7.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	บรรยากาศภาค
	7.2	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	
	7.3	ภาพตัวแทน	อัตนัย	
8	8.1	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	ปรนัย	บรรยากาศภาค
	8.2	กระบวนการใช้เหตุผล	อัตนัย	
	8.3	ภาพตัวแทน	อัตนัย	

ตัวอย่างข้อทดสอบของแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่

2. จากภาพด้านล่างเป็นการแสดงทิศทางการไหลของกระแสน้ำที่เคลื่อนที่เข้าสู่ชายฝั่งของประเทศเปรูในทวีปอเมริกาใต้ จากสถานการณ์ดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้



2.1) กระแสน้ำที่เคลื่อนที่เข้าสู่ชายฝั่งของประเทศเปรูเป็นกระแสน้ำชนิดใด และส่งผลให้บริเวณดังกล่าวมีลักษณะภูมิอากาศแบบใด

- ก. กระแสน้ำอุ่นและเป็นภูมิอากาศแบบทุนดรา
- ข. กระแสน้ำเย็นและเป็นภูมิอากาศแบบทะเลทราย
- ค. กระแสน้ำอุ่นและเป็นภูมิอากาศแบบชุ่มชื้นกึ่งเขตร้อน
- ง. กระแสน้ำเย็นและเป็นภูมิอากาศแบบกึ่งขั้วโลกภาคพื้นทวีป

2.2) จากข้อที่ 2.1) เพราะเหตุใดชายฝั่งของประเทศเปรูจึงมีลักษณะภูมิอากาศเช่นนั้น จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

2.3) โดยปกติแล้วชายฝั่งของประเทศบราซิลจะมีสภาพอากาศที่ร้อนและความชื้นสูง ซึ่งเป็นผลมาจากกระแสน้ำอุ่น แต่ถ้าชายฝั่งประเทศบราซิลมีสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งเป็นผลจาก

กระแสน้ำเย็น อยากทราบว่ากระแสน้ำเย็นดังกล่าวจะมีทิศทางอย่างไร (จงวาดภาพแสดงทิศทางของกระแสน้ำ)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. เกณฑ์ในการประเมินแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่

ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในแต่ละองค์ประกอบ

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการคิดเชิงพื้นที่
ด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่	
1	- สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ถูกต้อง ทั้งในเรื่องตำแหน่ง ระยะทาง มุม ทิศทาง การเปลี่ยนมิติในการมอง ภาพสะท้อน การหมุน วัตถุ การเปลี่ยนแปลงขนาดและความสัมพันธ์กันของวัตถุหรือสิ่งที่ศึกษา ทั้งรูปแบบ ความหนาแน่น การกระจายตัวและการจัดประเภท
0 (ไม่มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่)	- ไม่สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ได้ถูกต้อง
ด้านภาพตัวแทน	
(แบบอัตนัย)	
3	- สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้ถูกต้องทั้งหมด
2	- สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้ถูกต้องบางส่วน
1	- สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้
0 (ไม่มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่)	- ไม่สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้
(แบบปรนัย)	
1	- สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้ถูกต้อง
0 (ไม่มีทักษะการคิดเชิงพื้นที่)	- ไม่สามารถใช้ภาพตัวแทนภายนอกได้ถูกต้อง
ด้านกระบวนการใช้เหตุผล	
3	- สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้อย่างถูกต้องและสามารถอธิบายถึงสาเหตุหรือผลของสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง
2	- สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้อย่างถูกต้องและสามารถอธิบายถึงสาเหตุหรือผลของสิ่งที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องบางส่วน

องค์ประกอบ	คุณภาพงาน (ระดับคะแนน)			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
	และสามารถ เชื่อมโยงทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความรู้มา สนับสนุนได้ ครบถ้วน	แต่ไม่สามารถ เชื่อมโยงทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความรู้มา สนับสนุนได้ ครบถ้วน	บางส่วน และ ไม่สามารถเชื่อมโยง ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือ ความรู้มา สนับสนุนได้ ครบถ้วน	เชิงพื้นที่ได้ ถูกต้องและ ไม่สามารถ เชื่อมโยง ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือ ความรู้มา สนับสนุนได้
ภาพตัวแทน	สามารถใช้ภาพ ตัวแทนภายนอก ได้ และสามารถ อธิบาย ความหมายของ องค์ประกอบ ต่างๆ ในภาพ ตัวแทนภายนอก ได้ครบถ้วน	สามารถใช้ภาพ ตัวแทนภายนอก ได้แต่ไม่สามารถ อธิบาย ความหมายของ องค์ประกอบ ต่างๆ ในภาพ ตัวแทนภายนอก ได้ครบถ้วน	สามารถใช้ภาพ ตัวแทนภายนอก ได้ แต่ไม่สามารถ อธิบาย ความหมายของ องค์ประกอบ ต่างๆ ในภาพได้	ไม่สามารถใช้ ภาพตัวแทน ภายนอกและ ไม่สามารถ อธิบายได้
กระบวนการใช้ เหตุผล	สามารถอธิบาย ความสัมพันธ์เชิง พื้นที่ได้อย่าง ถูกต้องและ สามารถ อธิบาย ถึงสาเหตุหรือผล ของสิ่งที่เกิดขึ้น	สามารถอธิบาย ความสัมพันธ์เชิง พื้นที่ได้อย่าง ถูกต้อง และ สามารถอธิบาย ถึงสาเหตุหรือผล ของสิ่งที่เกิดขึ้น	สามารถอธิบาย ความสัมพันธ์เชิง พื้นที่ได้ถูกต้อง บางส่วน และ สามารถอธิบาย ถึงสาเหตุหรือผล ของสิ่งที่เกิดขึ้น	ไม่สามารถ อธิบาย ความสัมพันธ์ เชิงพื้นที่ได้ ถูกต้องและ ไม่สามารถ อธิบายถึง

องค์ประกอบ	คุณภาพงาน (ระดับคะแนน)			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
	ของสิ่งที่เกิดขึ้นได้ อย่างถูกต้อง	ได้ถูกต้อง บางส่วน	ได้ถูกต้อง บางส่วน	สาเหตุหรือผล ของสิ่งที่ เกิดขึ้นได้ ถูกต้อง

ตารางแสดงข้อมูลระดับคุณภาพ

ระดับ	คุณภาพ
ปรับปรุง หมายถึง	<p>ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับปรับปรุง โดยมีรายละเอียดดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง หรือ 2) มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีและอีก 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง หรือ 3) มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุงและอีก 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้
พอใช้ หมายถึง	<p>ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับพอใช้ โดยมีรายละเอียดดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ หรือ 2) มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีมากและอีก 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง หรือ 3) มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีมากและอีก 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ หรือ 4) มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีและอีก 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุงหรือพอใช้ หรือ 5) มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีและอีก 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ ส่วนองค์ประกอบที่เหลืออยู่ในระดับปรับปรุงหรือพอใช้

ระดับ	คุณภาพ
ดี หมายถึง	<p>ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับดี โดยมีรายละเอียด ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับดี หรือ 2) มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีมากและอีก 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับใดก็ได้ หรือ 3) มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีมากและอีก 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี ส่วนองค์ประกอบที่เหลืออยู่ในระดับดีหรือพอใช้
ดีมาก หมายถึง	<p>ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ในระดับดีมาก โดยทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับดีมากทั้งหมด</p>





ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎี ของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู

คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู จัดทำขึ้นเพื่ออธิบายรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้ผู้สอนเข้าใจรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนจะประกอบด้วยสาระสำคัญ ดังนี้

1. แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน
2. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน
3. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน
4. แนวทางการจัดการเรียนการสอน
5. ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน
6. บทบาทผู้สอนและผู้เรียน
7. แนวทางในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปประยุกต์ใช้

1. แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยใช้แนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ เป็นกระบวนการเรียนรู้ผ่านรูปแบบเชิงภาพที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้ใหม่ โดยการใช้รูปแบบต่างๆ ในเชิงภาพ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้รูปแบบเชิงภาพภายใน (Internalization of Visual Models) และเชื่อมโยงไปสู่การเกิดความคิดรวบยอดของรูปแบบเชิงภาพ ด้วยวิธีการตีความข้อมูลเชิงภาพแล้วเชื่อมโยงกับความรู้เดิม จนสามารถนำความคิดรวบยอดดังกล่าวไปสู่การแสดงรูปแบบเชิงภาพภายนอกได้ (Externalization of Visual Models) เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นของผู้เรียน ซึ่งมีสาระสำคัญ ดังนี้

1) การเรียนรู้ด้วยรูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจและสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจะช่วยกระตุ้นกระบวนการทางความคิดให้เกิดการเรียนรู้ โดยมีรูปแบบเชิงภาพเป็นสื่อกระตุ้นให้บุคคลได้ใช้กระบวนการทางปัญญาในการเชื่อมโยงกับสิ่งที่ศึกษา จนทำให้เกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา

2) รูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจจะช่วยให้บุคคลใช้ความพยายามทางความคิดในการเรียนรู้ โดยความพยายามทางความคิดจะกระตุ้นให้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้และใช้กระบวนการทางปัญญาในการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเข้ากับสิ่งที่ศึกษาจนเกิดเป็นความรู้ใหม่

3) การนำรูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมมาใช้ในการบวนการเรียนรู้จะส่งผลให้เกิดกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาในการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมในเชิงภาพกับความรู้ใหม่ จนทำให้เกิดการสร้างความคิดรวบยอดในสิ่งที่ศึกษา

4) การใช้รูปแบบเชิงภาพภายนอกจะสามารถสะท้อนให้เห็นถึงผลของกระบวนการเรียนรู้ที่นำรูปแบบเชิงภาพมาใช้นั้นเกิดกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา

หลักการของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภาพ

หลักการที่ 1 กระบวนการเรียนรู้ด้วยรูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจและสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจะช่วยให้เกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา

หลักการที่ 2 การนำรูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจมาใช้ในการกระบวนการเรียนรู้จะช่วยกระตุ้นให้เกิดความพยายามทางความคิดจนนำไปสู่กระบวนการแสวงหาความรู้

หลักการที่ 3 การใช้รูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจะกระตุ้นความทรงจำของบุคคลให้เกิดการเชื่อมโยงกับสิ่งที่ศึกษาจนเกิดการสร้างความรู้ใหม่

หลักการที่ 4 กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาจนทำให้เกิดการสร้างความคิดรวบยอดในสิ่งที่ศึกษาต้องอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ในเชิงภาพกับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของบุคคล

หลักการที่ 5 ผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาของบุคคลจะสะท้อนให้เห็นผ่านการนำเสนอด้วยรูปแบบเชิงภาพภายนอก

2. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเกิดจากการวิเคราะห์และสังเคราะห์หลักการของแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

หลักการที่ 1 การใช้รูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจและสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการใช้กระบวนการทางปัญญาในการเรียนรู้

หลักการที่ 2 การทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนด้วยรูปแบบเชิงภาพจะช่วยกระตุ้นความทรงจำของผู้เรียนให้เกิดการเชื่อมโยงกับสิ่งที่ศึกษา เพื่อนำไปสู่กระบวนการสร้างความรู้ใหม่

หลักการที่ 3 กระบวนการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบเชิงภาพที่สร้างความเข้าใจและสัมพันธ์กับความรู้เดิม จะช่วยกระตุ้นผู้เรียนให้ใช้กระบวนการทางปัญญาในการแสวงหาความรู้และปรับโครงสร้างทางปัญญา

หลักการที่ 4 กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนเป็นผลมาจากกระบวนการเรียนรู้ที่นำรูปแบบเชิงภาพมาช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจนเกิดเป็นความคิดรวบยอด

หลักการที่ 5 รูปแบบเชิงภาพภายนอกเป็นเครื่องมือที่ช่วยสะท้อนให้เห็นถึงโครงสร้างทางปัญญาที่เกิดขึ้นของผู้เรียน

3. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ให้กับนักศึกษาครู

4. แนวทางการจัดการเรียนการสอน

แนวทางในการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิเทศภาพ มีรายละเอียดดังนี้

1) การนำรูปแบบเชิงภาพที่สร้างความสนใจและสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความพยายามทางคิดในการเรียนรู้

2) การสร้างความเข้าใจด้วยการตั้งคำถามเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นกระบวนการทางความคิดในการเชื่อมโยงกับเนื้อหาความรู้ใหม่และปรับโครงสร้างทางปัญญา

3) การตั้งประเด็นปัญหาเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ จะช่วยให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดในการตั้งสมมติฐานและนำไปสู่การแสวงหาความรู้

4) ผู้สอนให้คำแนะนำและกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางปัญญาเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพในการสร้างความรู้ใหม่จนเกิดเป็นความคิดรวบยอด

5) ผู้เรียนใช้รูปแบบเชิงภาพภายนอก เพื่อแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้น

5. ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน

ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิภภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมเชิงภาพ

เป็นขั้นตอนของการนำรูปแบบเชิงภาพมาใช้กระตุ้นความสนใจและทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน โดยผู้สอนจะใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพในการกระตุ้นกระบวนการทางความคิดของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบเชิงภาพและทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหาความรู้ใหม่

ขั้นที่ 2 การนิภภาพและเชื่อมโยง

เป็นขั้นตอนของการนำเสนอเนื้อหาความรู้ใหม่ โดยผู้สอนตั้งคำถามเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาความรู้ใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางปัญญาและเกิดความคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ซึ่งเป็นการนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจากรูปแบบเชิงภาพมาเชื่อมโยงกับการเรียนรู้เนื้อหาความรู้ใหม่

ขั้นที่ 3 การตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานเชิงภาพ

เป็นขั้นตอนของการตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานของผู้เรียนแต่ละคนเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ โดยผู้เรียนจะใช้กระบวนการทางปัญญาในการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ และเกิด

การอภิปรายร่วมกันจนได้แนวทางในการแสวงหาคำตอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้แนวทางในการแสวงหาความรู้จากรูปแบบเชิงภาพ

ขั้นที่ 4 การใช้กระบวนการทางปัญญา

เป็นขั้นตอนของการนำสมมติฐานที่ได้มาทำการสืบค้น โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดความรู้ใหม่และกลายเป็นความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา

ขั้นที่ 5 การสะท้อนความรู้เชิงภาพ

เป็นขั้นตอนของการใช้ภาพตัวแทนสะท้อนความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นผ่านการนำเสนอ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งผู้เรียนจะได้สะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นผ่านการนำเสนอด้วยภาพตัวแทนภายนอก

6. บทบาทผู้สอนและผู้เรียน

รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทครู บทบาทผู้เรียนในขั้นตอนการเรียนการสอนแต่ละขั้น

ตารางแสดงรายละเอียดของขั้นตอนการเรียนการสอน

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมเชิงภาพ เป็นขั้นตอนของการนำรูปแบบเชิงภาพมาใช้กระตุ้นความสนใจและทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน โดยผู้สอนจะใช้คำถามที่	1. ผู้สอนนำเสนอรูปแบบเชิงภาพที่มีความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนหรือเป็นสิ่งที่ผู้เรียนสนใจ 2. ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนต่อปัญหาหรือสถานการณ์ของรูปแบบเชิงภาพที่นำเสนอ พร้อมทั้งสำรวจความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนที่สัมพันธ์กับรูปแบบเชิง	1. ศึกษาข้อมูลรูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนหรือเป็นสิ่งที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและเป็นรูปแบบเชิงภาพที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	1. รับฟังผู้สอนในการนำเสนอรายละเอียดของรูปแบบเชิงภาพ 2. สังเกตรูปแบบเชิงภาพและนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมมาใช้ในการมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นและตอบคำถามตามความรู้เดิมหรือประสบการณ์

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
<p>เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพในการกระตุ้นกระบวนการทางความคิดของผู้เรียน</p> <p><u>วัตถุประสงค์</u></p> <p>เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบเชิงภาพและทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหาความรู้ใหม่</p>	<p>ภาพและมีความจำเป็นต่อการเรียนรู้</p> <p>3. ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดที่มาจากความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่ผู้สอนนำเสนอ</p>	<p>2. ใช้คำถามนำเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพและนำไปสู่การทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ซึ่งเป็นประเด็นที่สัมพันธ์กับเนื้อหา</p>	<p>เดิมที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพ</p>
<p>ขั้นที่ 2 การนิกภาพและเชื่อมโยง</p> <p>เป็นขั้นตอนของการนำเสนอเนื้อหาความรู้ใหม่ โดยผู้สอนตั้งคำถามเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาความรู้ใหม่เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางปัญญาและเกิด</p>	<p>1. ผู้สอนใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับเนื้อหาความรู้ใหม่และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม</p> <p>2. ผู้เรียนพยายามใช้กระบวนการทางความคิดในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับเนื้อหาความรู้ใหม่</p>	<p>1. ศึกษาข้อมูลรูปแบบเชิงภาพที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและสอดคล้องกับเนื้อหาความรู้ใหม่</p> <p>2. ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความพยายามทางความคิดในการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับรูปแบบเชิงภาพเพื่อนำไปสู่ความรู้ความ</p>	<p>1. สังเกตรายละเอียดของรูปแบบเชิงภาพและใช้กระบวนการทางปัญญาในการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมกับรูปแบบเชิงภาพที่ผู้สอนนำเสนอ</p> <p>2. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและตอบคำถาม</p>

ขั้นตอนการเรียนรู้ การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
<p>ความคิดเชื่อมโยง กับความรู้เดิม</p> <p><u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้ผู้เรียนนำ ความรู้เดิมหรือ ประสบการณ์เดิม จากรูปแบบเชิงภาพ มาเชื่อมโยงกับการ เรียนรู้เนื้อหาความรู้ ใหม่</p>		<p>เข้าใจในเนื้อหาความรู้ ใหม่</p>	
<p>ขั้นที่ 3 การตั้ง ประเด็นปัญหาและ สมมติฐานเชิงภาพ</p> <p>เป็นขั้นตอนของการ ตั้งประเด็นปัญหา และสมมติฐานของ ผู้เรียนแต่ละคน เกี่ยวกับรูปแบบเชิง ภาพ โดยผู้เรียนจะ ใช้กระบวนการทาง ปัญหาในการ ตั้งสมมติฐาน เกี่ยวกับรูปแบบเชิง ภาพ และเกิดการ อภิปรายร่วมกันจน ได้แนวทางในการ แสวงหาคำตอบ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ตั้ง ประเด็นปัญหาและข้อสมมติฐาน ของตนเองและเสนอข้อสมมติฐาน ของตนเองเกี่ยวกับรูปแบบเชิง ภาพ 2. ผู้เรียนเกิดการอภิปรายร่วมกัน เกี่ยวกับข้อสมมติฐานของตนเอง เกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ 3. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุป ข้อสมมติฐานที่ได้จากการอภิปราย ร่วมกัน จนเกิดเป็นแนวทางในการ แสวงหาคำตอบที่มีต่อรูปแบบเชิง ภาพ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิด การตั้งประเด็นปัญหา และข้อสมมติฐานของ ตนเองเกี่ยวกับรูปแบบ เชิงภาพ 2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ แสดงความคิดเห็น ร่วมกันจนเกิดการ อภิปรายเกี่ยวกับข้อ สมมติฐานของตนเอง 3. สรุปข้อสมมติฐาน ของผู้เรียนและให้ ข้อเสนอแนะ เพื่อให้ ผู้เรียนได้เห็นแนวทาง ในการแสวงหาคำตอบ ต่อข้อสมมติฐานของ ตนเอง 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ใช้กระบวนการทาง ปัญหาในการเชื่อมโยง ประสบการณ์เดิมหรือ ความรู้เดิมของตนกับ รูปแบบเชิงภาพ เพื่อตั้ง ข้อสมมติฐานที่น่าไปสู่ การแสวงหาคำตอบ 2. มีส่วนร่วมในการ อภิปรายเกี่ยวกับข้อ สมมติฐานทั้งของ ตนเองและผู้อื่น 3. มีส่วนร่วมในการหา ข้อสรุปเพื่อเป็น แนวทางในการแสวงหา คำตอบเกี่ยวกับข้อ สมมติฐานของตนเอง

ขั้นตอนการเรียนรู้ การสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
<u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้ผู้เรียนได้ แนวทางในการ แสวงหาความรู้จาก รูปแบบเชิงภาพ			
<p>ขั้นที่ 4 การใช้ กระบวนการทาง ปัญญา</p> <p>เป็นขั้นตอนของการ นำสมมติฐานที่ได้มา ทำการสืบค้น โดยใช้ เครื่องมือต่างๆ ใน การแสวงหาความรู้ ด้วยตนเองจนเกิด ความรู้ใหม่และ กลายเป็นความคิด รวบยอดที่เกี่ยวข้อง กับรูปแบบเชิงภาพ</p> <p><u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ กระบวนการ แสวงหาความรู้ด้วย ตนเองจนเกิดการ ปรับโครงสร้างทาง ปัญญา</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียน ศึกษาข้อมูลจากเอกสารหรือสื่อ ต่างๆ ที่ผู้สอนให้คำแนะนำ เพื่อ ทำการสืบค้น จนสามารถตอบข้อ สมมติฐานที่ผู้เรียนกำหนดขึ้น 2. ผู้เรียนทำการสืบค้นข้อมูลจาก แหล่งต่างๆ ตามที่ ผู้สอนให้ คำแนะนำ โดยเป็นการแสวงหา คำตอบตามข้อสมมติฐานที่ตนเอง ตั้งไว้ จนได้ข้อสรุปหรือคำตอบ ของสมมติฐานของตนเอง 3. ผู้สอนให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนกัน ตรวจสอบข้อสรุปที่ได้กับเพื่อน เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจที่ ถูกต้องในเบื้องต้น 4. ผู้สอนให้ผลสะท้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียนเป็น รายบุคคลเกี่ยวกับข้อสรุปของ คำตอบที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้ แนวทางคำตอบที่สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์การเรียนรู้จนเกิดเป็น ความรู้ใหม่ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายถึงแนวทาง ในการสืบค้นข้อมูลจาก แหล่งต่างๆ กับให้ ผู้เรียน 2. มอบหมายให้ผู้เรียน ทำการสืบค้นข้อมูลที่มี ความสัมพันธ์กับข้อ สมมติฐานที่ตนเองได้ ตั้งไว้และให้คำแนะนำ ในการสืบค้น 3. ตรวจสอบข้อสรุปที่ ได้ของผู้เรียนแต่ละคน พร้อมทั้งให้ผลสะท้อน กลับ (Feedback) เกี่ยวกับข้อสรุปที่ได้ว่า มีความถูกต้องและ สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ 4. ใช้คำถามนำเพื่อให้ ผู้เรียนสร้างความ เชื่อมโยงกันระหว่าง ข้อสรุปของตนเองกับ รูปแบบเชิงภาพจนเกิด 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทำการสืบค้นข้อมูล จากแหล่งต่างๆ ตามที่ ได้รับคำแนะนำจาก ผู้สอน เพื่อหาคำตอบ ให้กับข้อสมมติฐานของ ตนเอง 2. รวบรวมข้อมูลและ หาข้อสรุป เพื่อตอบ คำถามตามข้อ สมมติฐานที่ตั้งไว้ 3. ใช้กระบวนการทาง ปัญญาในการเชื่อมโยง ข้อสรุปกับรูปแบบเชิง ภาพจนเกิดเป็นความรู้ ใหม่ 4. สร้างความสัมพันธ์ ระหว่างความรู้เดิมหรือ ประสบการณ์เดิมกับ ความรู้ใหม่จนเกิดเป็น ความคิดรวบยอดในเชิง ภาพ

ขั้นตอนการเรียนรู้ การสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
	<p>5. ผู้สอนอธิบายในเชิงภาพ เชื่อมโยงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียนและ กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดในการ เชื่อมโยง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ สร้างความคิดรวบยอดจากการนำ ความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม มาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น</p>	<p>เป็นความรู้ความเข้าใจ ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นใหม่</p> <p>5. อธิบาย และ ยกตัวอย่างในเชิงภาพ ให้ผู้เรียนเห็นถึง ความสัมพันธ์กัน ระหว่างความรู้ใหม่กับ ประสบการณ์เดิมหรือ ความรู้เดิมของผู้เรียน พร้อมทั้งกระตุ้นให้ ผู้เรียนใช้ความพยายาม ทางความคิดในการ สร้างความสัมพันธ์กัน จนเกิดเป็นความคิด รวบยอดที่เกี่ยวกับ รูปแบบเชิงภาพ</p>	
<p>ขั้นที่ 5 การสะท้อน ความรู้เชิงภาพ</p> <p>เป็นขั้นตอนของการ ใช้ภาพตัวแทน สะท้อนความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นผ่านการ นำเสนอ เพื่อแสดง ให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจที่เกิดขึ้น ของผู้เรียนแต่ละคน</p> <p>วัตถุประสงค์</p>	<p>1. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนใช้สื่อ หรือเครื่องมือต่างๆ ในการสะท้อน ความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นในเชิง ภาพ</p> <p>2. ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลในเชิงภาพ เพื่อสะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้น</p> <p>3. ผู้สอนให้ข้อเสนอแนะกับผู้เรียน เกี่ยวกับการนำเสนอของแต่ละ บุคคล</p>	<p>1. มอบหมายให้ผู้เรียน ออกมานำเสนอรูปแบบ เชิงภาพ โดยใช้สื่อต่างๆ ในการนำเสนอ พร้อมทั้ง ให้ผู้เรียนอธิบาย ความรู้ความเข้าใจที่ เกิดขึ้นของตนเอง</p> <p>2. ดำเนินการอภิปราย โดยส่งเสริมให้ผู้เรียน ร่วมกันแสดงความคิดเห็นและใช้คำถาม เพื่อตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของผู้นำเสนอ</p>	<p>1. เลือกใช้สื่อต่างๆ เพื่อนำเสนอความรู้ ความเข้าใจที่เกิดขึ้นใน เชิงภาพ</p> <p>2. นำเสนอรูปแบบเชิง ภาพพร้อมและตอบ คำถาม เพื่อสะท้อนถึง ความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้น</p> <p>3. มีส่วนร่วมในการ อภิปรายและแสดง ความคิดเห็น</p>

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
เพื่อให้ผู้เรียนได้สะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นผ่าน การนำเสนอด้วย ภาพ ตัว แทน ภายนอก		3. ช่วยให้ข้อเสนอแนะ และประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียนผ่านรูปแบบเชิงภาพ	

7. แนวทางในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปประยุกต์ใช้

การนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญา เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของนักศึกษาครู ไปประยุกต์ใช้นั้น ผู้สอนควรดำเนินการ ดังนี้

1) ศึกษารายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน

ผู้สอนควรทำความเข้าใจอย่างละเอียดในแต่ละองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิยาม โดยศึกษาหลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลอย่างละเอียด เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาที่จะทำการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2) ศึกษาเนื้อหาสาระของรายวิชาที่สอน

ผู้สอนควรศึกษาเนื้อหาสาระของรายวิชาที่สอน โดยทำความเข้าใจเนื้อหาสาระอย่างละเอียด และสามารถวิเคราะห์ประเด็นปัญหาได้ เพื่อที่จะสามารถเลือกใช้รูปแบบเชิงภาพที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาสาระและนำไปสู่การสร้างประเด็นปัญหาที่เชื่อมโยงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาสาระที่จะนำไปประยุกต์ใช้

3) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตรและรายวิชา ซึ่งผู้สอนควรใช้สื่อและสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ในเชิงภาพที่มีความหลากหลาย เพื่อสร้างความสนใจและทำให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมในการเรียนรู้จนสามารถเกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

4) เตรียมความพร้อมผู้สอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับการนำรูปแบบเชิงภาพไปใช้ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอน ทั้งในส่วนของเตรียมความพร้อมผู้เรียน การแสวงหาความรู้ การสร้างข้อสรุป จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจใหม่ในเนื้อหาสาระที่ใช้ และผู้เรียนสามารถสะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นผ่านการนำเสนอด้วยรูปแบบเชิงภาพได้ ดังนั้น ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมทั้ง การเลือกใช้รูปแบบเชิงภาพที่เหมาะสมและความพร้อมของผู้สอนในด้านความรู้ที่จะสามารถให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่างๆ กับผู้เรียนได้ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5) เตรียมวิธีการสอนและเทคนิคการสอน

การจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรใช้วิธีการสอนและเทคนิคการสอนที่หลากหลายและเหมาะสมกับผู้เรียน โอกาสและบริบทนั้นๆ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6) เตรียมแบบประเมินผู้เรียน

การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ มีการดำเนินการทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการจัดการเรียนการสอน ซึ่งผู้สอนควรมีการศึกษาคำประกอบของทักษะการคิดเชิงพื้นที่ให้เข้าใจอย่างละเอียดและควรปรับเนื้อหา รายวิชาที่จะนำไปใช้ประเมินให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่จะนำไปประยุกต์ใช้ เนื่องจากแบบวัด ทักษะการคิดเชิงพื้นที่จะเป็นแบบวัดที่อิงเนื้อหาวิชา ดังนั้น ผู้สอนควรมีการปรับเนื้อหาให้เหมาะสม การใช้แบบวัดดังกล่าว ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

6.1) การประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ของผู้เรียน ประเมินก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่

6.2) การประเมินทักษะการคิดเชิงพื้นที่ ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยใช้แบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่ร่วมกับเกณฑ์การประเมินแบบสังเกตทักษะการคิดเชิงพื้นที่



แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาภูมิศาสตร์กายภาพ

แผนการสอนที่ 9

เรื่อง การผุพังของหินและภูมิประเทศแบบหินปูน

ระดับชั้น นักศึกษาชั้นปีที่ 1

ระยะเวลา 4 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

กระบวนการผุพังของหินเป็นกระบวนการที่หินสลายตัวผุพังและ/หรือแตกหักจากการทำปฏิกิริยากับน้ำหรืออากาศที่อยู่ในธรรมชาติรอบตัวหรือจากการสัมผัสกับความร้อนความเย็นของสภาพอากาศ ซึ่งหินปูนเป็นหินประเภทหนึ่งที่ละลายน้ำได้ง่ายตามธรรมชาติ ดังนั้น ภูมิประเทศหินปูนจะมีวิวัฒนาการไปเรื่อย ๆ จนทำให้เกิดภูมิประเทศที่หลากหลาย ซึ่งการศึกษากระบวนการผุพังของหินและภูมิประเทศแบบหินปูนจะทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกได้อย่างถูกต้อง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนสามารถอธิบายกระบวนการผุพังของหิน
2. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากหินปูน
3. ผู้เรียนสามารถนำเสนอความสำคัญหรือประโยชน์ของกระบวนการผุพังของหินและภูมิประเทศแบบหินปูน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นตอนการเรียนรู้การสอน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน
<p>ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมเชิงภาพ</p> <p>เป็นขั้นตอนของการนำรูปแบบเชิงภาพมาใช้กระตุ้นความสนใจและทบทวนความรู้หรือ</p>	<p>1. ผู้สอนนำเสนอรูปแบบเชิงภาพที่มีความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนหรือเป็นสิ่งที่ผู้เรียนสนใจโดยใช้ภาพดังนี้</p>

ขั้นตอนการเรียนการสอน	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
<p>ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน โดยผู้สอนจะใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพในการกระตุ้นกระบวนการทางความคิดของผู้เรียน</p> <p><u>วัตถุประสงค์</u></p> <p>เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบเชิงภาพและทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหาความรู้ใหม่</p>	<div data-bbox="676 353 1422 645">  </div> <p>2. ผู้สอนสุ่มเลือกผู้เรียนจำนวน 4-5 คน ให้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่นำเสนอ เพื่อเป็นการสำรวจความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนพร้อมกับการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยใช้คำถามดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ภาพดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง - จากภาพดังกล่าว ผู้เรียนมีความคุ้นเคยกับปรากฏการณ์ในภาพใดมากกว่า เพราะอะไร
<p>ขั้นที่ 2 การนิยามภาพและเชื่อมโยง</p> <p>เป็นขั้นตอนของการนำเสนอเนื้อหาความรู้ใหม่ โดยผู้สอนตั้งคำถามเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาความรู้ใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางปัญญาและเกิดความคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิม</p> <p><u>วัตถุประสงค์</u></p> <p>เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจากรูปแบบเชิง</p>	<p>1. ผู้สอนใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพที่สัมพันธ์กับเนื้อหาความรู้ใหม่และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม โดยใช้คำถามดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - จากประสบการณ์และสิ่งที่นักศึกษาเคยเรียนรู้ มีสิ่งใดที่สัมพันธ์กับรูปแบบเชิงภาพดังกล่าวบ้าง (เช่น การกัดเซาะ การพัดพา การทับถม ฯลฯ) - จากปรากฏการณ์ที่แตกต่างกันดังภาพ จะมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการผุพังของหินหรือไม่ อย่างไร

ขั้นตอนการเรียนการสอน	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ภาพมาเชื่อมโยงกับการเรียนรู้เนื้อหาความรู้ใหม่	
<p>ขั้นที่ 3 การตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานเชิงภาพ</p> <p>เป็นขั้นตอนของการตั้งประเด็นปัญหาและสมมติฐานของผู้เรียนแต่ละคนเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ โดยผู้เรียนจะใช้กระบวนการทางปัญญาในการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับรูปแบบเชิงภาพ และเกิดการอภิปรายร่วมกันจนได้แนวทางในการแสวงหาคำตอบ</p> <p><u>วัตถุประสงค์</u></p> <p>เพื่อให้ผู้เรียนได้แนวทางในการแสวงหาความรู้จากรูปแบบเชิงภาพ</p>	<p>1. ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนตั้งประเด็นปัญหาและข้อสมมติฐานของตนเองและเขียนลงในกระดาษ</p> <p>2. ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนเสนอข้อสมมติฐานของตนเอง โดยอ่านข้อสมมติฐานของตนเองและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในแต่ละประเด็น ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> - จากปรากฏการณ์ที่ต่างกั่กันดังภาพ 1) ปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นกระบวนการผุ่พังของหินที่ต่างกั่กันหรือไม่ อย่างไร และจงยกตัวอย่างภูมิประเทศหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผุ่พังของหินปูนว่าเกิดขึ้นได้ อย่างไร 2) การผุ่พังของหินและภูมิประเทศแบบหินปูนมีความสำคัญต่อโลกของเราอย่างไร 3. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปข้อสมมติฐานที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันว่าข้อสมมติฐานที่ได้ในแต่ละประเด็นมีอะไรบ้าง
<p>ขั้นที่ 4 การใช้กระบวนการทางปัญญา</p> <p>เป็นขั้นตอนของการนำสมมติฐานที่ได้มาทำการสืบค้นโดยใช้เครื่องมือต่างๆ ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดความรู้ใหม่และกลายเป็น</p>	<p>1. ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนค้นหาข้อมูลตามสมมติฐานที่ตนเองตั้งไว้ในประเด็นต่างๆ ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) ปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นกระบวนการผุ่พังของหินที่ต่างกั่กันหรือไม่ อย่างไร และจงยกตัวอย่างภูมิประเทศหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผุ่พังของหินปูนว่าเกิดขึ้นได้ อย่างไร 2) การผุ่พังของหินและภูมิประเทศแบบหินปูนมีความสำคัญต่อโลกของเราอย่างไร

ขั้นตอนการเรียนรู้การสอน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน
<p>ความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงภาพ</p> <p><u>วัตถุประสงค์</u></p> <p>เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา</p>	<ol style="list-style-type: none"> ผู้เรียนแต่ละคนสืบค้นข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เช่น เว็บไซต์ หนังสือ เป็นต้น ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียบเรียงข้อสรุปที่ได้ในแต่ละประเด็นว่าสอดคล้องหรือแตกต่างจากสมมติฐานที่ตนเองตั้งไว้หรือไม่อย่างไร ผู้สอนให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนกันตรวจสอบข้อสรุปที่ได้กับเพื่อนเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเบื้องต้น ผู้สอนตรวจสอบข้อสรุปที่ได้ของผู้เรียนแต่ละคนว่ามีความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ พร้อมทั้งให้ผลสะท้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียนเกี่ยวกับข้อสรุปที่ได้ ผู้สอนสรุปความรู้ โดยมีการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนกับความรู้ใหม่ เช่น การอธิบายเชื่อมโยงถึงปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้หรือเคยมีประสบการณ์ เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผุพังของหินและภูมิประเทศแบบหินปูน (เช่น หินงอก หินย้อย ถ้ำ ฯลฯ) ล้วนเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผุพังของหินทั้งทางกายภาพหรือทางเคมี ซึ่งส่งผลให้เกิดลักษณะภูมิประเทศหรือสถานที่ท่องเที่ยวหรือปรากฏการณ์ต่างๆ เนื่องจากหินปูนถูกละลายโดยน้ำที่มีฤทธิ์เป็นกรดได้ง่าย จึงส่งผลให้เกิดรูปร่างหรือลักษณะที่แปลกตาจนกลายเป็นสถานที่ท่องเที่ยวมากมาย
<p>ขั้นที่ 5 การสะท้อนความรู้เชิงภาพ</p> <p>เป็นขั้นตอนของการใช้ภาพตัวแทนสะท้อนความรู้ใหม่ที่</p>	<ol style="list-style-type: none"> ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนใช้สื่อหรือเครื่องมือต่างๆ ในการนำเสนอข้อสรุปที่ได้ โดยผู้เรียนเลือกประเด็นที่ต้องการนำเสนอ ผู้เรียนแต่ละคนนำเสนอข้อมูลในเชิงภาพ พร้อมทั้งตอบคำถามจากเพื่อนร่วมชั้น

ขั้นตอนการเรียนการสอน	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
<p>เกิดขึ้นผ่านการนำเสนอ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นของผู้เรียนแต่ละคน</p> <p><u>วัตถุประสงค์</u></p> <p>เพื่อให้ผู้เรียนได้สะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นผ่านการนำเสนอด้วยภาพตัวแทนภายนอก</p>	<p>3. ผู้สอนให้ข้อเสนอแนะกับผู้เรียนเกี่ยวกับการนำเสนอของแต่ละบุคคล</p>

สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอน

1. Power Point นำเสนอข้อมูลเชิงภาพเกี่ยวกับการผูกพันของหินและภูมิประเทศแบบหินปูน
2. แหล่งการเรียนรู้ในห้องสมุด เช่น หนังสือภูมิศาสตร์กายภาพ อินเทอร์เน็ต ฯลฯ

การวัดและประเมินผล

วัตถุประสงค์	เครื่องมือ	เกณฑ์
1. สามารถอธิบายกระบวนการผูกพันของหิน	แบบฝึกหัด	ผู้เรียนตอบคำถามและทำใบงานได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 70 ของคำถาม โดยผู้เรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ ภาพตัวแทน และกระบวนการใช้เหตุผลในการตอบคำถาม
2. สามารถวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากหินปูน	แบบฝึกหัด	ผู้เรียนตอบคำถามและทำใบงานได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 70 ของคำถาม โดยผู้เรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ ภาพตัวแทน และ

		กระบวนการใช้เหตุผลในการ ตอบคำถาม
3. สามารถนำเสนอความสำคัญ หรือประโยชน์ของกระบวนการ ผูกพันของหินและภูมิประเทศ แบบหินปูน	แบบประเมินการนำเสนอ ผลงาน	ผู้เรียนสามารถนำเสนอผลงาน ได้คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2 คะแนนขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 70 ของผู้เรียนถือว่าผ่าน

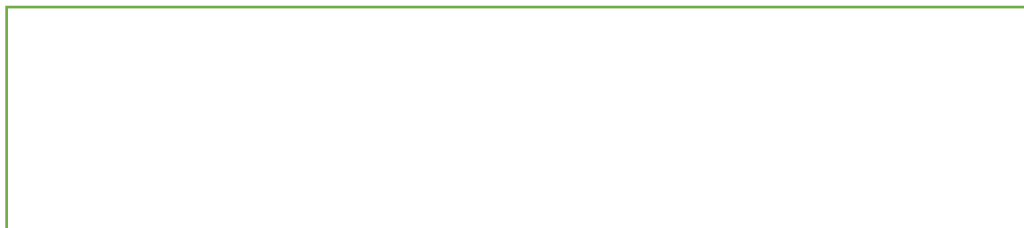
ใบงาน : การผูกพันของหินและภูมิประเทศแบบหินปูน



1. จากภาพด้านบน จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.1) จากภาพดังกล่าวเป็นกระบวนการผูกพันของหินประเภทใด (ด้านความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่)

1.2) จากข้อที่ 1.1) ลักษณะแท่งหินดังกล่าวมีกระบวนการเกิดอย่างไร (จงวาดภาพแสดง)
(ด้านภาพตัวแทน)



1.3) จากข้อที่ 1.1) จงอธิบายกระบวนการผุพังของหินที่ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว
(ด้านกระบวนการใช้เหตุผล)



2. จากภาพดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการผุพังของหินปูนอย่างไร

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

ชื่อ..... รหัสประจำตัว.....

คำชี้แจง ผู้ประเมินใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องตามความจริง

ลำดับ	รายการประเมิน	ผลการประเมิน			
		ควรปรับปรุง (1)	ปานกลาง (2)	ดี (3)	ดีมาก (4)
1	เนื้อหา				
2	การออกแบบ				
3	การสื่อสาร				
รวมคะแนน					

ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายศิริศักดิ์ ทิพย์ทวีชาญ)

...../...../.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกณฑ์การให้คะแนน **CHULALONGKORN UNIVERSITY**

เกณฑ์การประเมิน	ควรปรับปรุง (1)	ปานกลาง (2)	ดี (3)	ดีมาก (4)
เนื้อหา	ข้อมูลไม่มีความถูกต้อง	ข้อมูลมีความถูกต้องบางส่วน	ข้อมูลมีความถูกต้องทั้งหมด แต่ยังไม่มีการเชื่อมโยงแนวคิด ทฤษฎีหรือหลักการ	ข้อมูลมีความถูกต้องทั้งหมด และมีการเชื่อมโยงแนวคิด ทฤษฎีหรือหลักการ

เกณฑ์การ ประเมิน	ควรปรับปรุง (1)	ปานกลาง (2)	ดี (3)	ดีมาก (4)
การออกแบบ	จัดรูปแบบสื่อได้ ไม่เหมาะสม ขาด ความน่าสนใจ และไม่ส่งเสริมให้ เกิดความเข้าใจ ในเนื้อหา	จัดรูปแบบสื่อได้ เหมาะสม แต่ยังไม่ ดึงดูดความ สนใจและไม่ ส่งเสริมให้เกิด ความเข้าใจใน เนื้อหา	จัดรูปแบบได้ สวยงามและ ดึงดูดความสนใจ แต่ไม่ส่งเสริมให้ เกิดความเข้าใจ ในเนื้อหา	จัดรูปแบบสื่อได้ สวยงาม ดึงดูด ความสนใจและ ง่ายต่อความ เข้าใจในเนื้อหา
การสื่อสาร	มีการนำเสนอไม่ ถูกต้อง	มีการนำเสนอที่ ถูกต้องบางส่วน แต่มีความ น่าสนใจ	มีการนำเสนอที่ ถูกต้อง แต่ยังไม่ น่าสนใจ	มีการนำเสนอที่ ถูกต้องและ น่าสนใจ

เกณฑ์การประเมิน

การผ่านการประเมินผู้เรียนต้องได้คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2 คะแนนขึ้นไป



ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ผลคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ผลการประเมินความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิของแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่

ตารางแสดงการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่

ข้อที่	ผู้ทรงท่านที่ 1	ผู้ทรงท่านที่ 2	ผู้ทรงท่านที่ 3	คะแนนรวม	IOC	สรุป
1.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
1.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
1.3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.3	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
3.1	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
3.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3.3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4.3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
5.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
5.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
5.3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
6.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
6.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
6.3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
7.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
7.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
7.3	1	1	1	3	1	ใช้ได้

ข้อที่	ผู้ทรงท่านที่ 1	ผู้ทรงท่านที่ 2	ผู้ทรงท่านที่ 3	คะแนนรวม	IOC	สรุป
8.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
8.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
8.3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
9.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
9.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
9.3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
10.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
10.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
10.3	-1	1	1	1	0.33	ใช้ไม่ได้
11.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
11.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
11.3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
12.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
12.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
12.3	1	1	1	3	1	ใช้ได้

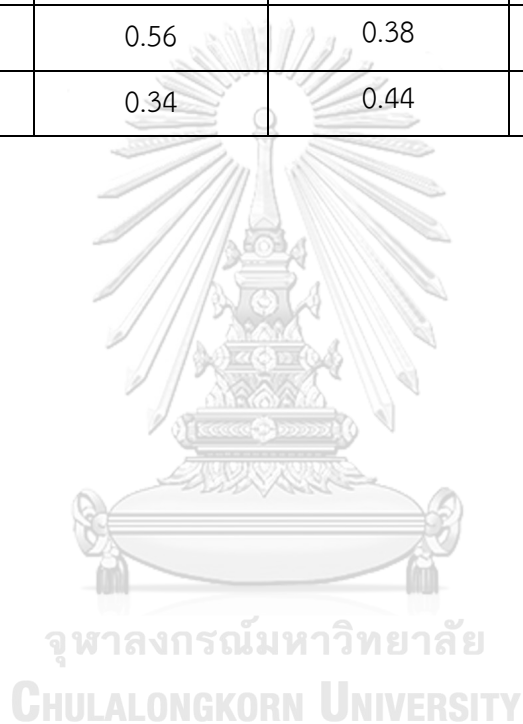
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ผลการหาคุณภาพของการทดสอบใช้แบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่

ตารางแสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อคำถามแบบปรนัยในแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	ข้อย่อยที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	องค์ประกอบที่วัด
1	1.1	0.53	0.31	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่
4	4.1	0.31	0.38	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่
5	5.1	0.63	0.25	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่

ข้อที่	ข้อย่อยที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	องค์ประกอบที่วัด
7	7.1	0.26	0.25	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่
	7.3	0.33	0.42	ภาพตัวแทน
8	8.1	0.66	0.31	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่
	8.3	0.31	0.50	ภาพตัวแทน
9	9.1	0.74	0.25	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่
11	11.1	0.56	0.38	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่
12	12.1	0.34	0.44	ความรู้เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่



3. ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงของเกณฑ์การให้คะแนน

ตารางแสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน 3 คน (Inter-Rater Reliability) แบบรายฉบับ

Mean			ICC
ผู้วิจัย	ผู้ทรงคุณวุฒิ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ 2	
16.000	13.812	15.188	.895

ตารางแสดงผลการหาค่าความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนนข้อสอบอัตนัยของแบบวัดทักษะการคิดเชิงพื้นที่ระหว่างผู้ประเมิน 3 คน (Inter-Rater Reliability) แบบรายข้อ

ข้อที่	Mean			ICC	องค์ประกอบที่วัด
	ผู้วิจัย	ผู้ทรงคุณวุฒิ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ 2		
1.2	2.33	2.33	2.44	.926	ภาพตัวแทน
1.3	2.11	1.89	2.00	.920	กระบวนการใช้เหตุผล
4.2	1.00	1.00	0.89	.806	กระบวนการใช้เหตุผล
4.3	1.78	1.22	1.67	.973	ภาพตัวแทน
5.2	1.89	1.56	1.67	.704	กระบวนการใช้เหตุผล
5.3	1.44	1.22	1.44	.766	ภาพตัวแทน
6.2	2.22	2.56	1.78	.838	ภาพตัวแทน
6.3	2.33	1.44	1.89	.744	กระบวนการใช้เหตุผล
7.2	1.22	1.22	0.89	.750	กระบวนการใช้เหตุผล
8.2	2.00	1.89	2.33	.741	กระบวนการใช้เหตุผล
9.2	1.44	1.67	1.33	.896	กระบวนการใช้เหตุผล
9.3	2.22	1.89	2.22	.913	ภาพตัวแทน
11.2	1.67	1.22	1.33	.761	กระบวนการใช้เหตุผล
11.3	1.56	1.11	1.67	.738	ภาพตัวแทน
12.2	1.56	1.33	1.89	.771	กระบวนการใช้เหตุผล
12.3	1.67	1.00	1.56	.972	ภาพตัวแทน

4. ผลการวิเคราะห์คะแนนความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ตารางแสดงการวิเคราะห์คะแนนความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้ทรงคุณวุฒิ			IOC	ผลประเมิน
	1	2	3		
1. ความเป็นมาของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน					
1.1 มีการเขียนบรรยายความเป็นมาของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงถึงสภาพปัญหาของสิ่งที่ต้องการพัฒนา โดยชี้ให้เห็นถึงเหตุผลและความสำคัญจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
1.2 ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน มีการศึกษาข้อมูลและทำการวิเคราะห์ประเด็นของการศึกษาตัวแปรอย่างชัดเจน และเป็นระบบ	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
1.3 มีความเป็นไปได้ในการนำแนวคิดเชิงทฤษฎีของกระบวนการทางปัญญาในการนิกภาพ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2. ด้านแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน					
2.1 แนวคิดที่ใช้สอดคล้องกับสภาพปัญหา	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2.2 มีการเขียนบรรยาย โดยการสรุปและวิเคราะห์แนวคิดอย่างเป็นระบบ และมีความชัดเจน ทำให้เข้าใจแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้ทรงคุณวุฒิ			IOC	ผลประเมิน
	1	2	3		
2.3 แนวคิดที่นำมาใช้มีความเหมาะสมกับการนำไปพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ได้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3. ด้านองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน					
3.1 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน					
- วัตถุประสงค์มีความชัดเจน และแสดงถึงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
- วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
- วัตถุประสงค์มีความสำคัญและจำเป็นต่อผู้เรียนในการเรียนการสอนวิชาภูมิศาสตร์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.2 หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน					
- หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนมีความชัดเจน สามารถทำให้เห็นจุดเน้นของรูปแบบการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
- หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนมีความสอดคล้องกับแนวคิดที่นำมาใช้ในการพัฒนา	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
- หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนมีการวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิดที่นำมาใช้อย่างครอบคลุม และเป็นระบบ	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
3.3 แนวทางของรูปแบบการเรียนการสอน					

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้ทรงคุณวุฒิ			IOC	ผลประเมิน
	1	2	3		
- แนวทางในการจัดการเรียนการสอนมีความชัดเจน และแสดงถึงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
- แนวทางในการจัดการเรียนการสอนมีความสอดคล้องกับหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.4 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน					
- ขั้นตอนการเรียนการสอนมีความเหมาะสม และสอดคล้องกันอย่างต่อเนื่อง	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
- ขั้นตอนการเรียนการสอนสามารถทำให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดได้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
- ขั้นตอนการเรียนการสอนสะดวก และมี ความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการสอนได้จริง	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
- ขั้นตอนการเรียนการสอนระบุแนวทางในการทำกิจกรรม และบทบาทของครู นักเรียน ได้เหมาะสม	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
- มีการเชื่อมโยงกันระหว่าง หลักการของแนวคิด หลักการของรูปแบบ ขั้นตอนของรูปแบบ ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพื้นที่ อย่างเป็นระบบ	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.5 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้					

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้ทรงคุณวุฒิ			IOC	ผลประเมิน
	1	2	3		
- แนวทางในการวัดและการประเมินผลมี ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบ การเรียนการสอน	-1	+1	0	0	ไม่ สอดคล้อง



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ศิริศักดิ์ ทิพย์ทวีชาญ
วัน เดือน ปี เกิด	19 มกราคม 2524
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	อักษรศาสตรบัณฑิต (ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยศิลปากร ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ภูมิศาสตร์อุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยศิลปากร
ที่อยู่ปัจจุบัน	90/70 ซอย7 หมู่บ้านมณีนทนา พระยาสุเรนทร์ แขวงบางชัน เขตคลองสาม วา กรุงเทพมหานคร

