



การประชุมวิชาการระดับชาติ “การเรียนรู้ด้านมนุษยศาสตร์และด้านสังคมศาสตร์” ครั้งที่ 3
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
วันที่ 23 พฤศจิกายน 2562

การศึกษาความสามารถในการคิดเชิงระบบ เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พิณภัทรา เวทย์วิทยานุวัฒน์¹, สลา สามิภักดิ์²

^{1,2}สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
Email : eveata1@hotmail.com¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดเชิงระบบเรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร จำนวน 25 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินการคิดเชิงระบบ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลการวิจัยดังนี้ (1) ระบบหมุนเวียนเลือด นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 66.43 (2) ระบบหายใจ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 38.96 (3) ระบบขับถ่าย นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 32.78 (4) ระบบประสาท นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 25.05 และ (5) การประยุกต์หลายระบบในร่างกายมนุษย์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 62.53 โดยคะแนนความสามารถในการคิดเชิงระบบของนักเรียนในทุกหัวข้อจัดอยู่ในระดับพื้นฐาน

คำสำคัญ : การคิดเชิงระบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ผังกราฟิกเชื่อมโยงความคิด ระบบร่างกายมนุษย์



การประชุมวิชาการระดับชาติ “การเรียนรู้ด้านมนุษยศาสตร์และด้านสังคมศาสตร์” ครั้งที่ 3
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
วันที่ 23 พฤศจิกายน 2562

A Study on Lower Secondary School Students’ Systems Thinking Abilities in Human Biological Systems

Pinpattrā Wetvitayanuwat¹, Sara Samiphak²

^{1,2} Science Education Division, Faculty of Education, Chulalongkorn University,
Email : eveata1@hotmail.com¹

Abstract

This purpose of this study was to analyze lower secondary school students’ systems thinking abilities in human biological systems. Twenty five eighth graders were selected purposely. Measurement tools include a systems thinking evaluation form. The data were analyzed using arithmetic mean, means percentage, and standard deviation. The results were as follows: (1) Regarding the human circulatory system topic, the students had the mean score percentage of 66.43; (2) Regarding the human respiratory system, the students had an had the mean score percentage of 38.96; (3) Regarding the human digestive system, the students had the mean score percentage of 32.78; (4) Regarding the human nervous system had the mean score percentage of 25.05; (5) Regarding the entire systems of the human body, the students had the mean score percentage of 62.53. The system thinking ability of students on all topics is at a basic level.

Keywords : Systems thinking, 5E learning cycle, Concept-linking graphic organization, Human biological systems



การประชุมวิชาการระดับชาติ “การเรียนรู้ด้านมนุษยศาสตร์และด้านสังคมศาสตร์” ครั้งที่ 3

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

วันที่ 23 พฤศจิกายน 2562

บทนำ

การคิดเชิงระบบเป็นการคิดแบบองค์รวม (Senge, 1990) ที่นักเรียนต้องเข้าใจและสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบและความสัมพันธ์ภายในระบบที่มีความซับซ้อน (Evagorou et al., 2009) ตลอดจนสร้างกรอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบภายในระบบ (Raved & Yarden, 2014) นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงระบบจึงสามารถมองภาพรวมและเข้าใจโครงสร้างของปัญหาที่มีความซับซ้อน และนำไปสู่การตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Hogan, 2000) โดยการคิดเชิงระบบประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความสามารถในการระบุองค์ประกอบ การระบุความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง การระบุความสัมพันธ์เชิงกระบวนการ และการจัดกรอบปฏิสัมพันธ์ (Raved & Yarden, 2014) การวัดและประเมินการคิดเชิงระบบสามารถทำได้หลายวิธี โดยวิธีที่มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับมากที่สุด คือ การมอบหมายให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์ที่เป็นตัวแทนการคิดของนักเรียน และวิเคราะห์ความสามารถในการคิดเชิงระบบจากผังมโนทัศน์ (Assaraf & Orion, 2005; Assaraf et al., 2013; Raved & Yarden, 2014) โดยใช้แบบประเมินการคิดเชิงระบบ ซึ่งสามารถประเมินการคิดเชิงระบบของนักเรียนได้ครบทุกองค์ประกอบ (Raved & Yarden, 2014; อิทธิศักดิ์ ศิริจันทร์, 2559) เนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องระบบร่างกายมนุษย์ ประกอบไปด้วยระบบต่าง ๆ มากมาย ซึ่งทำหน้าที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน นอกจากนี้ภายในแต่ละระบบก็ประกอบด้วยอวัยวะหลายชนิด ซึ่งมีหน้าที่ที่เฉพาะ ทำงานร่วมกันและส่งผลต่อการทำงานของระบบร่างกายในภาพรวม ดังนั้นการคิดเชิงระบบจึงสัมพันธ์กับการเรียนรู้เรื่องระบบร่างกายมนุษย์ (ชนาธิป โหตรภวานนท์, 2559; อิทธิศักดิ์ ศิริจันทร์, 2559) และนำมาสู่เป้าหมายของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และนำผลการศึกษาไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดเชิงระบบ เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

การทบทวนวรรณกรรม

การคิดเชิงระบบ หรือ Systems thinking ในภาษาอังกฤษนั้น เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจระบบที่มีความซับซ้อน โดยอาศัยการวิเคราะห์ห้ององค์ประกอบ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ภายในระบบ ตลอดจนสามารถสร้างกรอบปฏิสัมพันธ์ภายในระบบได้ (Assaraf & Orion, 2005; Assaraf et al., 2013; Raved & Yarden, 2014) การคิดเชิงระบบประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การระบุองค์ประกอบของระบบ การระบุความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง การระบุความสัมพันธ์เชิงกระบวนการ และการจัดกรอบปฏิสัมพันธ์ของระบบ (Raved & Yarden, 2014) การวัดและประเมินการคิดเชิงระบบโดยวิเคราะห์การคิดเชิงระบบจากผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นสามารถประเมินการคิดเชิงระบบของนักเรียนได้ครบทุกองค์ประกอบ โดยผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นนี้เปรียบเสมือนตัวแทนความคิดของนักเรียนที่แสดงให้เห็นการเชื่อมโยงและจัดระบบความสัมพันธ์ ทำให้สามารถเข้าใจการคิดของนักเรียนที่เป็นนามธรรมได้ (Assaraf & Orion, 2005; Assaraf et al., 2013; Rave & Yarden, 2014) การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและ



การประชุมวิชาการระดับชาติ “การเรียนรู้ด้านมนุษยศาสตร์และด้านสังคมศาสตร์” ครั้งที่ 3

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

วันที่ 23 พฤศจิกายน 2562

ประเมินการคิดเชิงระบบ พบว่า Novak และ Gowin (1984) ได้เสนอแนวทางการให้คะแนนผังมโนทัศน์โดยพิจารณาจากประโยคความเรียงที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ถูกต้อง การจัดลำดับมโนทัศน์ในผังมโนทัศน์ การเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ที่สมเหตุสมผลและการยกตัวอย่างของมโนทัศน์ (Novak & Gowin, 1984) สอดคล้องกับการวิเคราะห์ผังมโนทัศน์ของ Assaraf และคณะ (2013) ที่วิเคราะห์เนื้อหาการเชื่อมโยงมโนทัศน์ออกมาเป็นประโยค ซึ่งต้องอาศัยการพิจารณาและตีความของผู้ตรวจ (Assaraf et al., 2013) นอกจากนี้ Raved และ Yarden (2014) ได้พิจารณารูปแบบการจัดกรอบปฏิสัมพันธ์ที่นักเรียนสร้างขึ้นและจำแนกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ (1) รูปแบบคู่ซึ่งเป็นรูปแบบที่ซับซ้อนน้อยที่สุด (2) รูปแบบแตกกิ่งที่ซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น โดยมีมโนทัศน์หลักที่เชื่อมต่องไปยังมโนทัศน์อื่น ๆ (3) รูปแบบห่วงโซ่สัมพันธ์กับรูปแบบแตกกิ่ง โดยมี 2-3 มโนทัศน์ที่เชื่อมโยงซึ่งกันและกัน และ (4) รูปแบบตาข่ายแสดงการแตกกิ่งเชื่อมโยงกันของมโนทัศน์ที่ซับซ้อนมากที่สุด และแสดงถึงความเข้าใจในระบบอย่างลึกซึ้ง มีลักษณะคล้ายกับแบบแตกกิ่ง แต่มีมโนทัศน์ที่เป็นจุดศูนย์กลางมากกว่า 1 มโนทัศน์ (Raved & Yarden, 2014) และอิทธิศักดิ์ ศิริจันทร์ (2559) ได้นำองค์ประกอบการคิดเชิงระบบตามแนวคิดของ Raved และ Yarden ไปพัฒนาแบบประเมินการคิดเชิงระบบที่นำไปใช้ในการตรวจและให้คะแนนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น เพื่อประเมินระดับความสามารถในการคิดเชิงระบบภายหลังการจัดการเรียนรู้ โดยแบบประเมินประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ (1) ผังมโนทัศน์การคิดเชิงระบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และ (2) เกณฑ์การให้คะแนนที่สอดคล้องกับการวิจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยพิจารณาการระบุมโนทัศน์ การระบุความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และรูปแบบการจัดกรอบปฏิสัมพันธ์ที่ต้องอาศัยการพิจารณาและตีความของผู้ตรวจในการให้คะแนน

นิยามศัพท์เฉพาะ

การคิดเชิงระบบ (Systems thinking) หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจและตีความระบบที่ความซับซ้อน โดยประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การระบุองค์ประกอบหรือโครงสร้างของระบบ หมายถึง การวิเคราะห์หามโนทัศน์ที่เป็นส่วนประกอบของระบบในแต่ละระดับการจัดองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต
2. การระบุความสัมพันธ์พื้นฐานหรือความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างองค์ประกอบในระบบ หมายถึง การวิเคราะห์และความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่เป็นโครงสร้างภายในระบบ โดยการระบุคำหรือวลีแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์
3. การระบุความสัมพันธ์เชิงกระบวนการระหว่างองค์ประกอบภายในระบบ หมายถึง การทำความเข้าใจและแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในระบบ โดยการระบุคำหรือวลีแสดงการเปลี่ยนแปลงของระบบ
4. การจัดลำดับองค์ประกอบและสร้างกรอบปฏิสัมพันธ์ หมายถึง รูปแบบการจัดลำดับมโนทัศน์ที่เป็นองค์ประกอบภายในระบบและแสดงการเชื่อมโยงอย่างมีความหมาย

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร จำนวน 25 คน



การประชุมวิชาการระดับชาติ “การเรียนรู้ด้านมนุษยศาสตร์และด้านสังคมศาสตร์” ครั้งที่ 3

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

วันที่ 23 พฤศจิกายน 2562

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินการคิดเชิงระบบ เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ (1) ผังมโนทัศน์การคิดเชิงระบบแต่ละหัวข้อในเรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อตอบคำถามสำคัญของการเข้าใจระบบนั้น ๆ และเพื่อเป็นตัวกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน และ (2) เกณฑ์การให้คะแนนจำแนกตามองค์ประกอบของการคิดเชิงระบบ ซึ่งแบบประเมินการคิดเชิงระบบนี้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญด้านการศึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ และผู้ทรงคุณวุฒิด้านชีววิทยา ซึ่งพบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์ ($IOC = 0.75-1.00$) เครื่องมือมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 1 คำถามสำคัญหรือสถานการณ์ปัญหาในการสร้างผังมโนทัศน์การคิดเชิงระบบ

หัวข้อ	คำถามสำคัญหรือสถานการณ์ปัญหา
ระบบหมุนเวียนเลือด	ผู้ป่วยมีภาวะทุพโภชนาการอย่างรุนแรงและไม่สามารถรับประทานอาหารทางปากได้ แพทย์จึงให้สารอาหารผ่านทางหลอดเลือดเวนบริเวณแขน จงอธิบายว่าสารอาหารที่ถูกฉีดเข้าสู่หลอดเลือดเวนบริเวณแขนจะถูกลำเลียงไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายได้อย่างไร
ระบบหายใจ	จากสถานการณ์ฝุ่นควันในปัจจุบัน การหายใจนำฝุ่นละอองเข้าสู่ปอด ฝุ่นที่เข้าไปจับและเกิดการสะสมอยู่ภายในปอด จะส่งผลต่อกระบวนการหายใจหรือไม่อย่างไร
ระบบขับถ่าย	เพราะเหตุใดเมื่อสภาพอากาศหนาวหรือในที่อากาศเย็นคนเราจะปัสสาวะบ่อยกว่าปกติ
ระบบประสาท	เมื่อเราได้กลิ่นอาหารในช่วงเวลาใกล้เที่ยงวันแล้วก็รู้สึกหิวในทันที กลิ่นของอาหารทำให้เกิดความรู้สึกหิวได้อย่างไร
การประยุกต์รวมทุกระบบในร่างกายมนุษย์	การดื่มแอลกอฮอล์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในร่างกายอย่างไร เพราะเหตุใดจึงรู้สึกมึนเมาและปัสสาวะบ่อย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยแนะนำการสร้างผังมโนทัศน์การคิดเชิงระบบให้กับนักเรียนก่อนเริ่มจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่อง ระบบร่างกาย เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจหลักการในการเขียนผังมโนทัศน์และองค์ประกอบของผังมโนทัศน์จากหัวข้อที่นักเรียนคุ้นเคย เช่น สมาชิกในครอบครัว หรือ ส่วนประกอบของเซลล์ เป็นต้น เมื่อผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้จบในแต่ละหัวข้อแล้ว จึงใช้คำถามสำคัญหรือกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนไป และมอบหมายให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์การคิดเชิงระบบเป็นรายบุคคล เพื่อตอบคำถามสำคัญหรืออธิบายสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด และเมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมดแล้ว ได้มอบหมายให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์การคิดเชิงระบบที่ประยุกต์เนื้อหาจากทุกระบบในตอนสุดท้าย



การประชุมวิชาการระดับชาติ “การเรียนรู้ด้านมนุษยศาสตร์และด้านสังคมศาสตร์” ครั้งที่ 3
 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
 วันที่ 23 พฤศจิกายน 2562

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล/ การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการคิดเชิงระบบของนักเรียน

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดเชิงระบบ เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนความสามารถในการคิดเชิงระบบ

หัวข้อ	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ		
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. ระบบหมุนเวียนเลือด	23	15.28	66.43	6.04
2. ระบบหายใจ	27	10.52	38.96	1.67
3. ระบบขับถ่าย	18	5.72	31.78	3.10
4. ระบบประสาท	19	4.76	25.05	3.54
5. การประยุกต์รวมทุกระบบในร่างกายมนุษย์	30	18.76	62.50	4.20

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยร้อยละคะแนนความสามารถในการคิดเชิงระบบจำแนกตามองค์ประกอบในการคิดเชิงระบบ

องค์ประกอบของการคิดเชิงระบบ	ค่าเฉลี่ยร้อยละ				
	ระบบหมุนเวียนเลือด	ระบบหายใจ	ระบบขับถ่าย	ระบบประสาท	ประยุกต์รวมทุกระบบ
1. การระบุโมโนทัศน์ที่เป็นองค์ประกอบ	75.6	42	44	37.71	61.54
2. การระบุความสัมพันธ์พื้นฐาน	57	46	0	0	73.33
3. การระบุความสัมพันธ์เชิงกระบวนการ	80	9.14	21.33	20.8	26
4. การจัดกรอบปฏิสัมพันธ์	58	73	31	28	79
รวม	66.43	38.96	31.78	25.05	62.50

จากคะแนนความสามารถในการคิดเชิงระบบของนักเรียนข้างต้น พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดเชิงระบบในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือดสูงที่สุด รองลงมาคือ การประยุกต์รวมทุกระบบในร่างกายมนุษย์ ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย และระบบประสาท ตามลำดับ โดยความสามารถในการคิดเชิงระบบของนักเรียนในทุกหัวข้อมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 75 ซึ่งจัดอยู่ในระดับพื้นฐานตามหลักเกณฑ์การให้คะแนนผังมโนทัศน์ของ Novak และ Gowin (1984) และแนวทางการประเมินการคิดเชิงระบบของ Raved และ Yarden (2014) เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการคิดเชิงระบบของนักเรียนจำแนกตาม

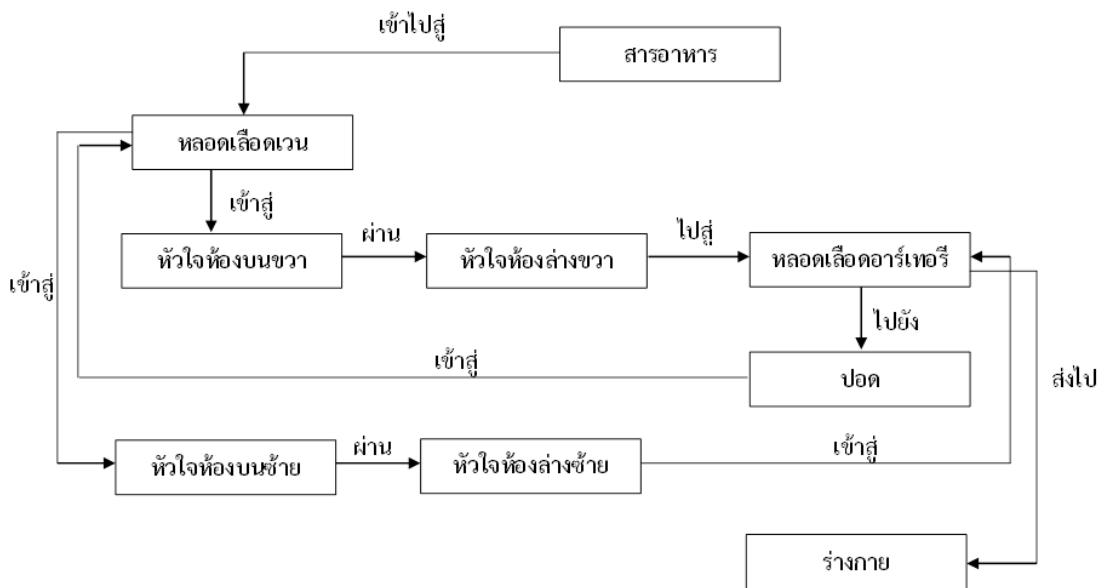


การประชุมวิชาการระดับชาติ “การเรียนรู้ด้านมนุษยศาสตร์และด้านสังคมศาสตร์” ครั้งที่ 3

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

วันที่ 23 พฤศจิกายน 2562

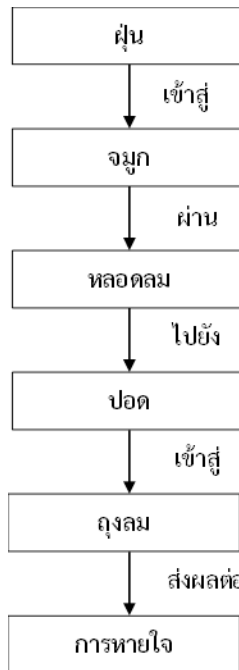
องค์ประกอบของการคิดเชิงระบบ พบว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถในการระบอบองค์ประกอบ กล่าวคือสามารถระบุโมโนทัศน์โครงสร้างที่เป็นส่วนประกอบของระบบร่างกายได้ โดยโมโนทัศน์โครงสร้างของระบบที่นักเรียนสามารถระบุได้ทั้งหมดอยู่ในระดับอวัยวะ หรือโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่และมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น หัวใจ หลอดเลือด จมูก ปอด สมอง เส้นประสาท เป็นต้น แต่ยังไม่สามารถระบุโมโนทัศน์โครงสร้างในขนาดเซลล์ เช่น เซลล์ประสาท หรือ หน่วยไตได้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์พื้นฐานระหว่างโครงสร้างในหัวข้อระบบหมุนเวียนเลือดโดยแสดงส่วนประกอบของหัวใจและทิศทางการไหลเวียนของเลือดส่วนประกอบของทางเดินหายใจในหัวข้อระบบหายใจ และนำมาประกอบเข้าด้วยกันในหัวข้อการประยุกต์รวมทุกระบบในร่างกายมนุษย์ แต่ไม่มีความสามารถในการระบุความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างในหัวข้อระบบขับถ่ายที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างไตกับหน่วยไต และระบบประสาทแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์ประสาทรับกลืนในจมูกและเซลล์ประสาทในสมอง ในขณะที่นักเรียนทุกคนมีความสามารถในการระบุความสัมพันธ์เชิงกระบวนการที่แสดงการเปลี่ยนแปลงเชิงพลวัตที่เกิดขึ้นภายในระบบ เช่น การสะสมของปริมาณฝุ่นละอองที่เพิ่มมากขึ้นในถุงลม การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำในเลือดที่ส่งผลต่อการขับปัสสาวะ เป็นต้น และในการจัดกรอบปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนพบกรอบปฏิสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีการจัดกรอบปฏิสัมพันธ์แบบตาข่ายและห่วงโซ่ซึ่งเป็นรูปแบบที่ซับซ้อน ดังภาพที่ 1-5



ภาพที่ 1 ตัวอย่างผังมโนทัศน์การคิดเชิงระบบ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ที่นักเรียนสร้างขึ้น



การประชุมวิชาการระดับชาติ “การเรียนรู้ด้านมนุษยศาสตร์และด้านสังคมศาสตร์” ครั้งที่ 3
 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
 วันที่ 23 พฤศจิกายน 2562



ภาพที่ 2 ตัวอย่างผังมโนทัศน์การคิดเชิงระบบ เรื่อง ระบบหายใจ ที่นักเรียนสร้างขึ้น



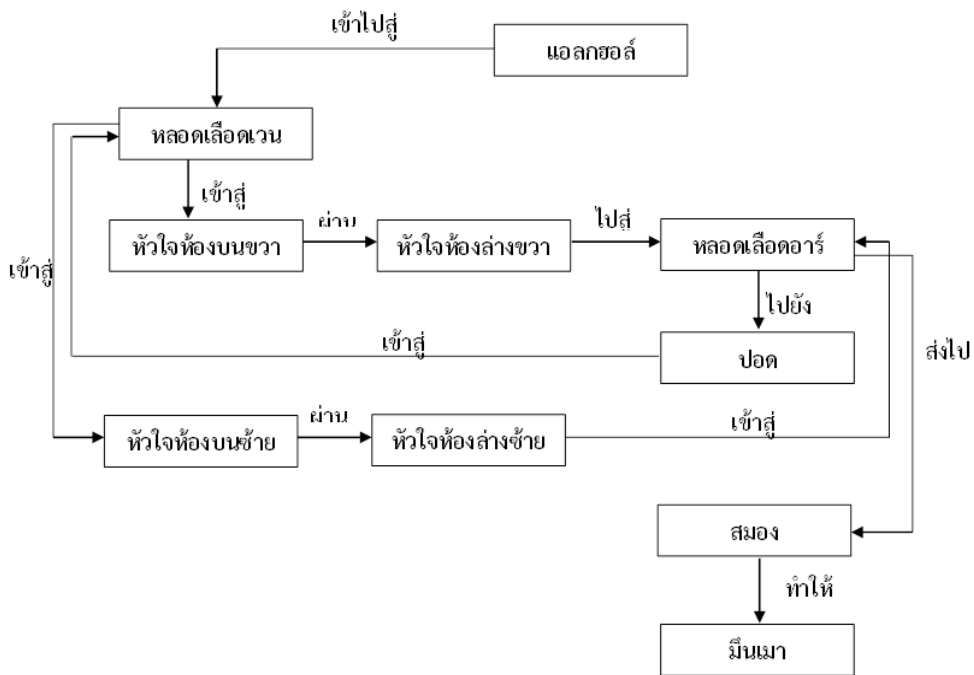
ภาพที่ 3 ตัวอย่างผังมโนทัศน์การคิดเชิงระบบ เรื่อง ระบบขับถ่าย ที่นักเรียนสร้างขึ้น



การประชุมวิชาการระดับชาติ “การเรียนรู้ด้านมนุษยศาสตร์และด้านสังคมศาสตร์” ครั้งที่ 3
 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
 วันที่ 23 พฤศจิกายน 2562



ภาพที่ 4 ตัวอย่างผังมโนทัศน์การคิดเชิงระบบ เรื่อง ระบบประสาท ที่นักเรียนสร้างขึ้น



ภาพที่ 5 ตัวอย่างผังมโนทัศน์การคิดเชิงระบบในหัวข้อการประยุกต์รวมเนื้อหาจากระบบต่าง ๆ ในร่างกายที่นักเรียนสร้างขึ้น

อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ผังมโนทัศน์การคิดเชิงระบบ เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนทั้ง 5 แผนผังพบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงระบบ โดยเมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบของการคิดเชิงระบบ นักเรียนสามารถระบุมโนทัศน์โครงสร้างที่เป็นองค์ประกอบของระบบได้ โดยเป็นมโนทัศน์ในระดับอวัยวะ



ทั้งหมด แต่ไม่สามารถระบุและเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับมโนทัศน์ในระดับเซลล์ได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Assaraf และคณะ (2013) ที่พบว่านักเรียนแสดงออกถึงความสามารถในการคิดเชิงระบบที่อยู่ในระดับของการระบุองค์ประกอบเป็นหลักโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่และมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Assaraf et al., 2013) นอกจากนี้เนื้อหาเรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ ในบทเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ยังไม่ได้ลงรายละเอียดเชิงลึกเกี่ยวกับโครงสร้างและกระบวนการระดับในเซลล์ แต่มุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าใจโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะที่เป็นองค์ประกอบหลักและการทำงานร่วมกันของแต่ละอวัยวะภายในระบบ เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของอวัยวะแต่ละชนิดที่มีผลต่อร่างกายและการดำรงชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ส่งผลให้นักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์กับอวัยวะ และระบบอวัยวะในร่างกายได้ การจัดการเรียนรู้ของครูก็มิผลต่อการคิดเชิงระบบของนักเรียน (คานิง เลื่อนแก้ว, 2556) เป็นไปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยที่ยังไม่เชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ระดับอวัยวะและมโนทัศน์ระดับเซลล์อย่างชัดเจน ผู้วิจัยไม่ได้เน้นย้ำในมโนทัศน์ระดับเซลล์ ทำให้นักเรียนไม่สามารถระบุความสัมพันธ์พื้นฐานหรือความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างในหัวข้อระบบขับถ่ายและระบบประสาท นักเรียนจึงไม่สามารถระบุมโนทัศน์ระดับเซลล์ที่เป็นองค์ประกอบของระบบ และส่งผลให้การระบุความสัมพันธ์ในส่วนนี้หายไป อย่างไรก็ตามนักเรียนสามารถระบุความสัมพันธ์เชิงกระบวนการของทุกระบบได้ นั่นคือนักเรียนสามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในระบบ แต่มีบางระบบที่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายได้ว่ากลไกหรือกระบวนการเปลี่ยนที่เกิดขึ้นภายในระบบนั้นส่งผลต่อระบบอื่นอย่างไร และพบการจัดกรอบปฏิสัมพันธ์ทั้ง 4 รูปแบบ โดยส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบตาข่ายและห่วงโซ่ ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการระบุองค์ประกอบและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ของนักเรียน (Raved & Yarden, 2014) โดยนักเรียนที่สามารถระบุองค์ประกอบได้บางส่วนและระบุความสัมพันธ์เชื่อมโยงได้ระหว่างคู่ของมโนทัศน์ แต่ไม่มีการเชื่อมโยงข้ามคู่ของมโนทัศน์จะมีการจัดกรอบปฏิสัมพันธ์แบบคู่ ซึ่งมีความซับซ้อนน้อยและสามารถแปลการเชื่อมโยงภายในผังมโนทัศน์เป็นประโยคจะแสดงความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างอย่างง่าย ในขณะที่นักเรียนที่สามารถระบุองค์ประกอบของระบบได้จำนวนมากและระบุความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ได้ซับซ้อนขึ้น จะมีการสร้างกรอบปฏิสัมพันธ์แบบแตกกิ่ง ห่วงโซ่ และตาข่าย ตามลำดับ ซึ่งเมื่อแปลการเชื่อมโยงภายในผังมโนทัศน์เป็นประโยคจะแสดงความสัมพันธ์จะสามารถอธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในระบบและตอบคำถามสำคัญได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

ครูควรเลือกใช้คำถามหรือกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและตระหนักถึงแนวทางการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งคำถามในหัวข้อการประยุกต์รวมเนื้อหาจากหลายระบบในร่างกายควรเชื่อมโยงกับคำถามในแต่ละระบบ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละระบบในร่างกายได้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ในระหว่างการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ความสามารถในการคิดเชิงระบบจากผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นยังมีข้อจำกัด เนื่องจากบางครั้งนักเรียนที่ทราบคำตอบของคำถามสำคัญเพียงแต่ไม่สามารถสื่อสาร



การประชุมวิชาการระดับชาติ “การเรียนรู้ด้านมนุษยศาสตร์และด้านสังคมศาสตร์” ครั้งที่ 3

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

วันที่ 23 พฤศจิกายน 2562

ออกมาในรูปแบบของผังมโนทัศน์ที่ถูกต้องตามเกณฑ์การให้คะแนนได้ ทำให้ผังมโนทัศน์การคิดเชิงระบบที่นักเรียนสร้างขึ้นอาจไม่เป็นตัวแทนการคิดของนักเรียนที่แท้จริง การทำการวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยจึงเสนอแนะให้ใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (Think-aloud) หลังจากที่นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์การคิดเชิงระบบแล้ว เพื่อตรวจสอบว่าผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นนั้นตรงกับความเข้าใจของนักเรียนอย่างแท้จริงหรือไม่ หรืออาจมีการเขียนบรรยายอธิบายผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นประกอบด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเฉลิมฉลองวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชทรงเจริญพระชนมายุครบ 72 พรรษา และขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.สลา สามิภักดิ์ ที่ให้คำแนะนำในการทำการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- คำนิง เลื่อนแก้ว. (2556). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงระบบของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. (วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต(สาขาวิจัยการศึกษา). มหาวิทยาลัยรามคำแหง)
- ชนาธิป โทตรภวานนท์. (2559). การศึกษาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต. นเรศวรวิจัย: วิจัยนวัตกรรม ชับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม, 13,976-984.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2549). เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเผยแพร่ขยายผลและอบรมรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบสอบหาความรู้ 5 ขั้นตอน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562, ตุลาคม 10). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. สืบค้นจาก <https://scimath.org/ebook-science/item/8923-2018-10-01-01-59-16>
- อิทธิศักดิ์ ศิริจันทร์. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาด้วยรูปแบบผสานรวมที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงระบบและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- Assaraf, O. B. Z., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of research in science teaching*, 42(5), 518-560. doi: 10.1002/tea.20061
- Assaraf, O. B. Z., Dodick, J., & Tripto, J. (2013). High school students' understanding of the human body system. *Research in Science Education*, 43(1), 33-56. doi: 10.1007/s11251-017-9404-6



การประชุมวิชาการระดับชาติ “การเรียนรู้ด้านมนุษยศาสตร์และด้านสังคมศาสตร์” ครั้งที่ 3
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
วันที่ 23 พฤศจิกายน 2562

- Evagorou, M., Korfiatis, K., Nicolaou, C., & Constantinou, C. (2009). An investigation of the potential of interactive simulations for developing system thinking skills in elementary school: A case study with fifth-graders and sixth graders. *International Journal of Science Education*, 31(5), 655-674.
- Hogan. (2000). Assessing students' systems reasoning in ecology. *Journal of Biological Education* 35(1), 22. doi: 10.1080/00219266.2000.9655731
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press.
- Raved, L., & Yarden, A. (2014). Developing seventh grade students' systems thinking skills in the context of the human circulatory system. *Frontiers in public health*, 2, 260. doi: 10.3389/fpubh.2014.00260
- Senge, P. (1990). *The fifth discipline: the art & practice of the learning organization*. New York: Doubleday/Currency.