

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เสริมด้วยการใช้ผังกราฟิกเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. ผังกราฟิก
4. การคิดวิเคราะห์
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551) ได้ระบุถึงความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้พอสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในสังคมปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราไม่ว่าจะเป็นการทำงานหรือดำรงชีวิตที่ต้องใช้เทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ต่าง ๆ ในการอำนวยความสะดวก สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่

ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญในโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

2.1.2 เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น

2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดสาระสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ ๘ สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ไว้ ๑๓ มาตรฐาน ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นความรู้ กระบวนการ และเจตคติ ดังนี้

สาระที่ ๑ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ ๒ ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 คาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 มาตรฐาน เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และมาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.2 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.2.1 ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้

Suchman (1966, อ้างใน Lemlech, 1994) ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและอย่างแท้จริง ระหว่างการสืบเสาะหาความรู้ผู้เรียนจะพยายามที่จะลดช่องว่างระหว่างความเชื่อกับสิ่งที่สังเกตเห็น ผู้เรียนจะใช้ข้อมูลในการจัดระบบของสิ่งที่เห็นและให้เหตุผลกับเหตุการณ์สองสิ่งที่แตกต่างกัน ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นโดยความอยากรู้อยากเห็นและความพอใจในสิ่งที่อยากรู้อยากเห็น

Carin และ Sund (1980, อ้างใน พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2545) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่า หมายถึง วิธีการที่ครูและนักเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญ โดยนักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นเพียงผู้แนะนำ ผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีนี้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

Levin (1991, อ้างใน Reagan และคณะ, 2000) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการฝึกฝนอย่างเป็นระบบของการเข้าใจปัญหา การค้นหา และการแก้ไขปัญหา รวมทั้งการประเมินผลที่ค้นพบ การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่ผสมผสานคุณค่า ข้อมูลที่ได้รับ และการสร้างด้วยความแข็งแกร่งและพรสวรรค์ของนักเรียน มันยังเป็นการทดสอบการแก้ไขปัญหาที่พบขณะทำการสืบเสาะหาความรู้อีกด้วย

National Research Council (1996) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่าหมายถึง กิจกรรมที่หลายหลายซึ่งเกี่ยวข้องกับการสังเกต การตั้งคำถาม การตรวจสอบข้อมูลในหนังสือและแหล่งอื่นๆ การวางแผนการสืบค้น อ่านงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การใช้เครื่องมือในการรวบรวม วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล เสนอแนวคำตอบ คำอธิบายและคาดการณ์ รวมทั้งการสื่อสารผลการค้นพบ การสืบเสาะหาความรู้จำเป็นต้องมีการตั้งสมมติฐาน ใช้การคิดวิเคราะห์และคิดอย่างมีเหตุผล รวมทั้งพิจารณาทางเลือกของคำอธิบาย

นวลจิตต์ เชาวศิริพิงส์ (2545) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการให้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ผู้เรียนจะได้ความรู้จากการคิดสืบสวนสอบสวน และได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาไปด้วยพร้อมๆ กัน

Hammerman (2006) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ คือวิธีการที่ลงมือปฏิบัติด้วยความกระตือรือร้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตั้งคำถาม (ครูหรือนักเรียนเป็นผู้ตั้ง) และพัฒนาการวางแผนปฏิบัติเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ต้องการทราบ การสืบเสาะหาความรู้ใช้กระบวนการและทักษะการคิด ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีในการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งบอกวิธีการแก้ปัญหาหรือลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล

Wu และ Hsieh (2006) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ ว่าเป็นคำถามที่ใช้ในการขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการนำเอาการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เอกสารและการแปลความหมายของข้อมูลหรือตัวเลข และการสรุปมาใช้ รวมถึงการสื่อสารสิ่งที่ค้นพบด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ระบุว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า

ทิสนา แคมมณี (2551) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปของตัวเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน

ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2552) ได้ระบุว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

ชนาธิป พรกุล (2554) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ

พจนา มะกรุคอินทร์ (2555) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ศึกษา อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งวางอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานหรือเหตุผลต่างๆ และอีกความหมายคือเป็นกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบอย่างมีระบบเพื่ออธิบายเหตุการณ์ต่างๆ ที่ต้องการศึกษา

จากความหมายที่มีผู้ให้คำนิยามไว้หลายท่าน ผู้วิจัยพอจะสรุปได้ว่า การสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาคำตอบจากการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือหลักฐานมาอธิบายบนพื้นฐานของเหตุผล รวมทั้งสื่อสารสิ่งที่ค้นพบ การสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ จนกระทั่งนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

2.2.2 แนวคิดทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Dewey (1933, อ้างใน Lemlech, 1994) เสนอแนวคิดทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าการสืบเสาะหาความรู้มีร่องรอยมาจากคำว่าความคิดไตร่ตรองและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่ง Dewey ได้ให้คำจำกัดความของคำว่าความคิดไตร่ตรองว่าเป็นการพิจารณาอย่างกระตือรือร้น อย่างถาวร และอย่างรอบคอบของความเชื่อใดๆหรือคาดคะเนจากความรู้

Dewey ได้วิเคราะห์กระบวนการคิดและความแตกต่างของการคิดและการคิดไตร่ตรอง เขากล่าวว่าการคิดจะเริ่มเมื่อแต่ละบุคคลตระหนักถึงสถานการณ์ที่ไม่แน่ชัดหรือมีความรู้สึกที่งุนงง และจะนำไปสู่การคิดไตร่ตรอง ความแตกต่างของการคิดและการคิดไตร่ตรองคือความสามารถของแต่ละบุคคลในการคงการปฏิบัติขณะค้นหาวิธีแก้ปัญหา และมีวิจารณญาณในการค้นหาหลักฐานในระหว่างกระบวนการทำงาน Dewey ได้ระบุ 5 ขั้นตอนในการคิดไตร่ตรอง ซึ่งเป็นรากฐานของงานวิจัยรุ่นหลังๆที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา และยังคงมีรูปแบบตามรากฐานของทฤษฎีการคิดไตร่ตรอง 5 ขั้นตอนนี้ได้แก่

- 1) ข้อเสนอแนะในความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา
- 2) การใช้ปัญญาและเหตุผลในการแก้ปัญหา
- 3) การใช้ข้อเสนอแนะหนึ่งหลังจากได้รับแนวคิดหรือข้อสันนิษฐานในการเริ่มต้นและแนะนำการสังเกตและการปฏิบัติอื่นๆในการรวบรวมข้อเท็จจริง
- 4) การกระทำอย่างรอบคอบของความคิดหรือสมมติฐาน
- 5) การทดสอบสมมติฐานโดยกระทำอย่างชัดเจนหรือกระทำอย่างนัยนัย

นวลจิตต์ เชาวศิริพิงส์ (2545) ได้ให้แนวคิดทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้แก่

- 1) ทฤษฎีการสร้างความรู้

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ทฤษฎีการสร้างความรู้ มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget และ Vygotsky เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงการเรียนรู้ว่าเกิดขึ้นในบริบทที่ผู้เรียนสร้างความรู้ในขณะที่ได้รับประสบการณ์ในสถานการณ์ต่างๆ โดยจัดให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์แบบต่างๆ กับสิ่งเร้าโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าในการสังเกตการเก็บข้อมูลที่

เรียนรู้อย่างมีส่วนร่วมแบบต้นตัวกับสถานการณ์จริงในชีวิต ผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจอย่างทอ้งแท้เมื่อได้มีการจัดการให้มีการเชื่อมโยงของข้อมูลความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ และถ้าข้อมูลใหม่ไม่มีอะไรเกี่ยวข้องกับความรู้เดิมจะเกิดความขัดแย้งขึ้นในใจ และต้องหาทางแก้ไขโดยการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางสติปัญญาเดิม เพื่อให้สามารถรับข้อมูลใหม่ได้

2) ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาความรู้ใหม่ๆ หรือเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ทำให้เกิดข้อสงสัย อยา่ได้คำตอบประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน คือ การสังเกตเพื่อกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การดำเนินการเพื่อทดสอบสมมติฐาน การแปลความผลการทดสอบ การสรุปคำตอบและเผยแพร่ความรู้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545) ได้ระบุแนวคิดทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นทฤษฎีและแนวคิดตามปรัชญาคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ซึ่งแนวคิดนี้เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีองค์ประกอบด้วยกัน 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) ผู้เรียนสร้างความหมายโดยใช้กระบวนการทางปัญญาของตน ผู้เรียนจะใช้ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมในการคาดคะเนหรือทำนายเหตุการณ์

2) โครงสร้างทางปัญญาเป็นผลของความพยายามทางความคิด หากผู้เรียนใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ทำนายเหตุการณ์ได้ถูกต้องจะทำให้โครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนคงทนมากยิ่งขึ้น แต่ถ้าคาดคะเนไม่ถูก ผู้เรียนจะเกิดข้อสงสัยหรือเกิดการขัดแย้งขึ้นในจิตใจ

3) โครงสร้างทางปัญญาเปลี่ยนแปลงได้ยาก แม้ว่าจะมีหลักฐานจากการสังเกต ก็ไม่อาจทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ง่ายๆ

ดังนั้นการเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียน ผู้สอนสามารถช่วยได้โดยจัดสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนเกิดข้อขัดแย้งขึ้นระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับสิ่งที่สังเกตเห็น ผู้เรียนจะเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เป็นไปตามสิ่งที่สังเกตเห็นมากขึ้นโดยมีเงื่อนไขดังนี้

1) การเรียนรู้เป็นกระบวนการปฏิบัติที่เกิดขึ้นเฉพาะตัวบุคคล

- 2) ความรู้ต่างๆจะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยใช้ข้อมูลที่รับมาใหม่ร่วมกับความรู้ที่มีอยู่เดิม
- 3) ความรู้และความเชื่อของแต่ละคนจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม ขนบธรรมเนียมประเพณี และสิ่งที่ผู้เรียนประสบ
- 4) ความเข้าใจจะแตกต่างจากความเชื่อโดยสิ้นเชิง และความเชื่อจะมีผลต่อการสร้างแนวคิดหรือการเรียนรู้โดยตรง

ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2552) ก็ได้ให้แนวคิดทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้เช่นกันได้แก่

- 1) ปรัชญาวิทยาศาสตร์ดั้งเดิม ความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความจริงหรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่หรือเป็นอยู่ ซึ่งได้จากการตรวจสอบ การค้นคว้าทดลองอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ปรัชญาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ ความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกิดจากการสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคล ซึ่งมีอิทธิพลมาจากความรู้หรือประสบการณ์เดิม และสิ่งแวดล้อมหรือบริบทของสังคมของแต่ละคน

- 2) แนวคิดของ Piaget เกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิด คือ การที่คนเรามีปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และการปะทะสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้มีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิด มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิดมี 2 กระบวนการ คือ การปรับตัว (Adaptation) และการจัดระบบโครงสร้าง (Organization) การปรับตัวเป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัว และเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว โครงสร้างทางสมองจะถูกจัดระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม มีรูปแบบของความคิดเกิดขึ้น กระบวนการปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ

- 2.1) กระบวนการดูดซึม (Assimilation) หมายถึง กระบวนการที่อินทรีย์ซึมซาบประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองก็รวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

- 2.2) กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากที่ซึมซาบของเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่

โครงสร้างเดิมแล้วถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซาบเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

3) ทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ (Constructivism) เชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนัก ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (Process of Learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎี Constructivism เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process)

2.2.3 วิธีการในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Lemlech (1994) ได้เสนอวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) การกำหนดปัญหา (Problem Definition) นักเรียนจะตระหนักถึงปัญหา จากนั้นจะตั้งคำถามเพื่อให้ปัญหานั้นเคลือบลง โดยพยายามที่จะกำหนดแง่มุมสำคัญของปัญหา

2) การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) นักเรียนเริ่มที่จะลงความเห็นเกี่ยวกับปัญหา แนวคิดต่างๆจะถูกอภิปรายเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ นักเรียนสามารถกำหนดสมมติฐานอื่นๆต่อไปได้

3) การสำรวจ (Exploration) นักเรียนวางแผนและตัดสินใจว่าหลักฐานใดบ้างที่จำเป็น และค้นหาหลักฐานในการสนับสนุนวิธีแก้ปัญหานั้นที่เป็นไปได้ โดยใช้การสังเกต การศึกษานอกสถานที่ ห้องสมุด ประสบการณ์ การสัมภาษณ์ กรณีศึกษา ฯลฯ นักเรียนรวบรวมข้อมูลบนรากฐานที่สัมพันธ์กับสมมติฐาน

4) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) นักเรียนประเมินผลข้อมูลการสังเกต ความน่าเชื่อถือ แหล่งข้อมูล และอคติ เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูล บันทึกแนวทางและลำดับเหตุการณ์ สรุปผลข้อมูล และแปลความหมายข้อมูล

5) การลงข้อสรุป (Reaching a Conclusion) เป็นการยอมรับ ปฏิเสธ หรือคัดแปลงสมมติฐานที่ตั้งไว้ สมมติฐานอาจมีการกล่าวใหม่ถ้าจำเป็น นักเรียนลงความเห็นและเสนอแนวทางในการทดสอบลักษณะทั่วไปในสถานการณ์ใหม่

National Research Council (1996) ได้เสนอวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยอิงคุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ลักษณะ ได้แก่

1) การใช้คำถาม ผู้เรียนเริ่มต้นด้วยคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ โดยคำถามที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ควรเป็นคำถามที่ประกอบด้วยคำว่าอย่างไร เพื่อที่คำถามนั้นจะนำไปสู่การค้นหาคำตอบ คำถามต้องมีแรงกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ คำถามแรกอาจมาจากนักเรียน ครู เนื้อหาการเรียนการสอน เว็บไซต์ หรือแหล่งอื่นๆก็ได้

2) การให้ความสำคัญกับหลักฐาน ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานที่จะช่วยสร้างและตรวจสอบคำอธิบายตอบคำถามที่ตั้งไว้ นักเรียนต้องใช้ข้อมูลหลักฐานในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด หรือได้รับข้อมูลจากครู สื่อการสอนต่างๆ หรือแหล่งเรียนรู้อื่นๆ

3) การสร้างคำอธิบาย ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานข้อมูลเพื่อตอบคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ที่ตั้งไว้ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นรากฐานบนเหตุผล การอธิบายเป็นแนวทางสำหรับการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งใหม่ๆ โดยเชื่อมความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของสิ่งที่สังเกตได้กับสิ่งที่รู้มาก่อนแล้ว ซึ่งก็คือการสร้างความรู้ใหม่บนพื้นฐานความรู้เดิม

4) การตรวจสอบคำอธิบายของตนเอง ผู้เรียนประเมินหรือตรวจสอบคำอธิบายของตนเองในเชิงของคำอธิบายที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่สะท้อนความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเชื่อมโยงผลการศึกษาค้นคว้าที่ได้กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียน การอธิบายของนักเรียนต้องสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ

5) การสื่อสาร ผู้เรียนจะสื่อสารและยืนยันคำอธิบายที่เสนอขึ้นมา ในการให้นักเรียนแลกเปลี่ยนคำอธิบาย จะช่วยเพิ่มโอกาสในการถาม ตรวจสอบหลักฐาน และค้นหาข้อบกพร่องของการให้เหตุผล ระบุข้อความที่เกินเลยเหตุผล และเสนอแนะคำอธิบายอื่นๆสำหรับเรื่องเดียวกัน นอกจากนี้ผู้เรียนจะสามารถแก้ไขสิ่งที่ขัดกันและมีข้อสรุปที่อิงการทดลองที่แน่นอน

Bybee (1997, อ้างใน Herr, 2007 และ Keeley, 2008) ได้เสนอวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ขั้นตอน ซึ่งเรียกเป็นรูปแบบ 5 E's ได้แก่

1) การสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นตอนที่จัดกิจกรรมที่จะดึงความรู้เดิมของนักเรียน โดยดึงดูดความสนใจของนักเรียนและกระตุ้นการคิดของนักเรียน เพื่อดูมโนคติของนักเรียน รวมทั้งมโนคติที่คลาดเคลื่อนด้วย

2) การสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้วางแผน รวบรวม และจัดระบบข้อมูล โดยให้นักเรียนได้มีโอกาสในการทดสอบความคิดของพวกเขา เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบความคิดของนักเรียนกับความคิดของเพื่อน

3) การอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่พวกเขารวบรวมไว้ และสร้างเป็นคำอธิบายซึ่งนักเรียนจะมีโอกาสแก้ไข มโนคติที่คลาดเคลื่อน และการพัฒนาความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องได้

4) การขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนขยายความเข้าใจของพวกเขา โดยการนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

5) การประเมินผล (Evaluate) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประเมินผลความเข้าใจของพวกเขา นักเรียนจะมีโอกาสในการตรวจสอบความเข้าใจมโนคติหรือการนำไปใช้ของตนเองว่าดีแค่ไหน

Hammerman (2006) ได้เสนอวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ขั้นตอน ซึ่งเรียกเป็นรูปแบบ 5 E's โดยดัดแปลงมาจาก Bybee (2002) ได้แก่

1) การสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นตอนของการกระตุ้น ระดม มโนคติที่คลาดเคลื่อน เป็นการพิจารณาการสร้างบริบทที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้สืบค้นและใช้ทักษะและมโนคติ

2) การสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นตอนการค้นพบ ครูอาจจะบุคคำถามของการสืบเสาะหาความรู้หรือให้นักเรียนระบุคำถามเอง ครูอาจเป็นผู้ชี้แนะกระบวนการให้กับนักเรียน โดยต้องอธิบายให้ชัดเจนและถูกต้อง ครูอาจใช้คำว่า นักเรียนควรจะสังเกต วินิจฉัย แบ่งประเภท ฯลฯ นักเรียนควรบันทึกผล อาจเป็นตัวหนังสือ ตัวเลข หรือรูปภาพ และ/หรืออธิบายความสัมพันธ์ ความรู้สึก และคำถาม

3) การอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นตอนการประมวลผลอย่างมีความหมาย ออกแบบคำถามที่กระตุ้นความสนใจเพื่อให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่พวกเขาทำและผลที่ได้รับในสิ่งที่พวกเขาเรียนรู้ การถามคำถามที่ให้นักเรียนเสนอแนวคิดและความรู้เดิม แลพัฒนาการขยายขอบข่ายของความคิด ให้นักเรียนสร้างข้อมูลในการสนับสนุนการเรียนรู้ใหม่

4) การขยายความรู้ (Elaboration and Extension) เป็นขั้นตอนการเชื่อมโยง การจัดเรียนการสอนได้กลายมาเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย เมื่อนักเรียนนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน การเชื่อมโยงและการนำไปใช้นี้ ควรจะเชื่อมโยงถึงเทคโนโลยี และสังคม รวมทั้งบุคคล ครอบครัว ชุมชน ภูมิภาค ประเทศ และโลกด้วย ซึ่งเป็นโอกาสที่ดีของนักเรียนในการเรียนรู้ที่มากขึ้น หรือทำให้กระจำจขึ้นผ่านการสืบค้นหรือการอ่านและการค้นหาในอินเทอร์เน็ต

5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนการสร้างความเข้าใจ ใช้รูปแบบวิธีการประเมินผลผ่านประสบการณ์การเรียนรู้ เช่น ข้อมูล คำถามอย่างไม่เป็นทางการ และการแสดงด้วยภาพ วิธีการประเมินผลแบบอื่นๆก็สามารถใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้ การทดสอบก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ใหม่ของนักเรียน การประเมินผลอาจทำก่อนหรือหลังขั้นขยายความรู้ก็ได้ ถ้าขั้นตอนการขยายความรู้มีความสำคัญกับการเรียนการสอนก็จะทำก่อน แต่บางอย่างถ้านักเรียนสามารถขยายความรู้ผ่านการอ่าน การเขียน ชิ้นงานแล้ว ขั้นขยายความรู้ อาจถูกแยกออกก็ได้

ชนาธิป พรกุล (2554) ได้เสนอวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) ระบุปัญหา และทำให้กระจ่างชัดเจน ปัญหาที่เหมาะสมจะทำให้ผู้เรียนสนใจใคร่รู้ หรือเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน ครูช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหา และมโนทัศน์ที่ซ่อนในปัญหาได้

2) ตั้งสมมติฐาน ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดคำตอบของปัญหา หลังจากได้สมมติฐานมาจำนวนหนึ่ง ให้ผู้เรียนประเมินเหลือไว้เฉพาะสมมติฐานที่จะทำการค้นคว้า

- 3) รวบรวมข้อมูล จากแหล่งข้อมูลที่สมมติฐานให้แนวทางไว้ ครูควรพิจารณาว่าจะให้ผู้เรียนทำเป็นกลุ่ม ทั้งชั้น หรือรายบุคคล
- 4) วิเคราะห์ และตีความข้อมูล เพื่อทดสอบสมมติฐาน ครูดูแลให้ตีความตามข้อมูล ไม่ใช่ตามสมมติฐาน
- 5) ลงข้อสรุป ว่ายอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน หรือเปลี่ยนสมมติฐาน ตามการตีความข้อมูล

จากวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักวิชาการหลายท่านกล่าวมา ผู้วิจัยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยอิงคุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ตาม National Research Council (1996) ซึ่งมีด้วยกัน 5 ลักษณะ ได้แก่ คุณลักษณะที่ 1 การใช้คำถาม คุณลักษณะที่ 2 การให้ความสำคัญกับหลักฐาน คุณลักษณะที่ 3 การสร้างคำอธิบาย คุณลักษณะที่ 4 การตรวจสอบคำอธิบายของตนเอง คุณลักษณะที่ 5 การสื่อสาร เนื่องจากคุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 5 คุณลักษณะสอดคล้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถที่จะเรียนรู้ได้ด้วยการลงมือปฏิบัติเองจนกระทั่งได้ความรู้มา ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

2.2.4 ระดับของการสืบเสาะหาความรู้

Carin และ Sund (1980, อ้างใน พิมพ์พันธ์์ เฉชะคุปต์, 2545) ได้แบ่งระดับของการสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

- 1) วิธีให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลอง (Guided Inquiry) เป็นวิธีที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาวางแผนการทดลอง เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือไว้เรียบร้อย นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้
- 2) วิธีสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้วางแผนให้ (Less Guided Inquiry) เป็นวิธีที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา แต่นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตัวเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐานวางแผนการทดลอง ทำการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก
- 3) วิธีสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง (Free Inquiry) เป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลองเอง ดำเนินการทดลองตลอดจนสรุปผลด้วยตัวนักเรียนเอง นักเรียนมีอิสระในการศึกษาตามความสนใจ ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น

National Research Council (1996) ได้แบ่งระดับของการสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 2 ระดับ คือ

1) การสืบเสาะหาความรู้แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูหรือหนังสือเรียนกำหนดคำถาม หลักฐาน วิธีการมาให้แก่นักเรียนทั้งหมด หรือบอกแค่บางส่วน โดยอาจให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเองบ้าง

2) การสืบเสาะหาความรู้แบบสมบูรณ์ (Full Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูหรือหนังสือเรียนไม่ได้กำหนดคำถาม หลักฐาน หรือวิธีการมาให้ นักเรียนต้องเป็นผู้กำหนดคำถามเอง จากความสนใจของนักเรียน และลงมือค้นหาหลักฐานเพื่อนำไปสู่การอธิบายด้วยตนเอง รวมทั้งต้องเชื่อมโยงคำอธิบายกับหลักการทางวิทยาศาสตร์เอง แล้วสื่อสารสิ่งที่ค้นพบให้ผู้อื่นรับทราบ

ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2552) ได้แบ่งระดับของการสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 4 ระดับ คือ

1) การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนค้นพบ และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

2) การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

3) การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

4) การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

ชนาธิป พรกุล (2554) ได้แบ่งระดับของการสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 3 ระดับ คือ

- 1) การสืบเสาะหาความรู้โดยครูเป็นผู้ชี้แนะ (Guided Inquiry) การสอนประเภทนี้ครูมีบทบาทมาก ครูจะเป็นผู้ควบคุมให้ผู้เรียนเดินไปตามทางที่ครูวางแผน ครูเป็นผู้เริ่มปัญหา ให้ข้อมูล และใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนคิดแบบอุปนัยจนได้คำตอบที่ครูมีอยู่ในใจแล้ว
- 2) การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) การสอนประเภทนี้ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ริเริ่ม ผู้คิด มีความรับผิดชอบในการเรียนของตน พึ่งพาครูน้อยลง เน้นการคิดแบบอุปนัย ครูเริ่มบทเรียนด้วยปัญหา และช่วยผู้เรียนตั้งสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งคำถาม หาคำตอบเอง และลงข้อสรุป
- 3) การสืบเสาะหาความรู้เป็นรายบุคคล (Individualized Inquiry Investigation) การสอนประเภทนี้คล้ายกับการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เพราะให้อิสระกับผู้เรียนในการเลือกปัญหาที่ตนสนใจมาทำการสืบค้น ผู้เรียนจะทำสัญญากับครูอย่างเป็นทางการ หรือไม่เป็นการ ในสัญญาจะกล่าวถึงเวลาที่ผู้เรียนต้องการใช้ในการศึกษาเรื่องนั้น ผู้เรียนต้องส่งโครงการทำงาน ครูช่วยแนะนำการสืบค้นแต่ไม่ตัดสินใจให้ บทบาทของครูคือให้การสนับสนุน ส่งเสริม ให้กำลังใจ และช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น ผู้เรียนดำเนินการตามลำพัง

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แนวทางของการสืบเสาะหาความรู้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาคำตอบจากการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือหลักฐานมาอธิบายบนพื้นฐานของเหตุผล รวมทั้งสื่อสารสิ่งที่ค้นพบ ซึ่งจะอิงคุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ 5 ลักษณะ ได้แก่ คุณลักษณะที่ 1 การใช้คำถาม คุณลักษณะที่ 2 การให้ความสำคัญกับหลักฐาน คุณลักษณะที่ 3 การสร้างคำอธิบาย คุณลักษณะที่ 4 การตรวจสอบคำอธิบายของตนเอง คุณลักษณะที่ 5 การสื่อสาร เนื่องจากคุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 5 คุณลักษณะสอดคล้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถที่จะเรียนรู้ได้ด้วยการลงมือปฏิบัติเองจนกระทั่งได้ความรู้มา ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นี้ ครูจะเป็นผู้กำหนดคำถาม อุปกรณ์ และวิธีการสำรวจ/ทดลองมาให้นักเรียน นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติตามวิธีการเพื่อหาคำตอบและลงข้อสรุปเองโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง

2.3 ผังกราฟิก

2.3.1 ความหมายของผังกราฟิก

Jonassen, Beissner และ Yacci (1993:166) ได้กล่าวว่า “ผังกราฟิกเป็นภาพตัวแทนซึ่งถูกเพิ่มเข้าไปในสื่อการเรียนการสอนเพื่อถ่ายทอดองค์ประกอบอย่างมีเหตุมีผลของสื่อการเรียนการสอน”

Millis และ Cottell (1998:70) ได้กล่าวว่า “ผังกราฟิกคือเอกสารประกอบคำบรรยายหรือใบงานที่ช่วยให้นักเรียนจัดการข้อมูลและจัดการความคิดโดยมีการจัดเตรียมขอบข่ายงานที่สามารถปฏิบัติได้จริง”

Bromley และคณะ (1999) กล่าวว่า “ผังกราฟิกคือภาพตัวแทนของความรู้ ที่อยู่ในมโนคติหรือหัวข้อ ข้อมูลเหล่านี้จะแสดงอยู่ในผังกราฟิกที่ถูกเรียบเรียงในขอบเขตที่แน่นอน”

Hall และ Strangman (2002) กล่าวว่า “ผังกราฟิกคือการมองเห็นหรือการแสดงด้วยภาพที่บรรยายถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริง ข้อกำหนด และความคิดในการเรียนรู้”

Mitchell และ Hutchinson (2003) กล่าวว่า “ผังกราฟิกคือภาพตัวแทนของข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงหน่วยเล็กๆของข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแต่ละหน่วย”

Kim และคณะ (2004) กล่าวว่า “ผังกราฟิก คือการแสดงออกของภาพและช่องว่างที่ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างความจริงและมโนคติชัดเจนขึ้น”

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และ เพยาว์ ยินดีสุข (2548) ได้กล่าวว่า “ผังกราฟิก คือ แบบของการสื่อสารเพื่อให้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจง่าย กระชับ กะทัดรัด ชัดเจน”

Barkley และคณะ (2005:205) กล่าวว่า “ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่มีอำนาจในการเปลี่ยนข้อมูลที่ซับซ้อนให้แสดงออกอย่างมีความหมาย เพราะสามารถช่วยค้นพบรูปแบบและความสัมพันธ์ของความคิด”

จรงค์ เทศนา (2549) ได้ให้ความหมายผังกราฟิกพอจะสรุปได้ว่า ผังกราฟิกเป็นรูปแบบของการสื่อสารในลักษณะของรูปภาพ กราฟ ไดอะแกรม เพื่อให้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ กระชับ ชัดเจน ช่วยให้เกิดความเข้าใจง่ายขึ้น เร็วขึ้น และจดจำในสิ่งที่เรียนรู้ได้นาน

ทิสนา แคมมณี (2551) กล่าวว่า “ผังกราฟิก เป็นแผนผังทางความคิด ซึ่งประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญๆ ที่เชื่อมโยงกันอยู่ในรูปแบบต่างๆ ซึ่งทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้นๆ”

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553) ให้ความหมายของผังกราฟิกสรุปได้ว่า ผังกราฟิก หมายถึง แผนผังรูปภาพที่แสดงความคิดหรือข้อมูลสำคัญๆ ที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบระเบียบในรูปแบบต่างๆ กัน เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำเอาข้อมูลที่อยู่อย่างกระจัดกระจายจำนวนมากมาจัดระบบระเบียบอธิบายให้เกิดความเข้าใจและจดจำสิ่งต่างๆ ได้ง่ายและยาวนาน

Montelongo และคณะ (2010) กล่าวว่า “ผังกราฟิก คือภาพตัวอย่างของโครงสร้างของเนื้อหาที่จับภาพความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหลักและรายละเอียดสนับสนุน”

ชนาธิป พรกุล (2554) ได้ให้ความหมายของผังกราฟิกว่าเป็นการนำเสนอข้อมูลหรือเรื่องราวเป็นภาพ โดยใช้ความคิดจัดข้อมูลให้เป็นระบบเพื่ออำนวยความสะดวกในการจดจำ และการนำออกมาใช้

จากความหมายที่มีผู้ให้คำนิยามไว้หลายท่าน ผู้วิจัยจะสรุปได้ว่า ผังกราฟิก เป็นแผนภาพหรือแผนผังที่มีลักษณะต่างๆ ไม่ได้เป็นรูปแบบที่ตายตัว สามารถสร้างสรรค์ขึ้นมาได้ตามความเหมาะสม ในการที่ช่วยจัดระบบข้อมูลหรือความรู้อย่างเป็นระบบระเบียบเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นและจดจำได้นานขึ้น

2.3.2 ทฤษฎี/หลักการ/แนวคิดของรูปแบบผังกราฟิก

Wills (2005) ได้กล่าวถึงทฤษฎีกระบวนการคิดที่สนับสนุนการใช้ผังกราฟิกในการเรียนการสอนเพื่อช่วยนักเรียนในการจดจำข้อมูล ว่ามีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องหลากหลายทฤษฎี แต่มีทฤษฎีกระบวนการคิดพื้นฐานที่อธิบายลักษณะของผังกราฟิกที่สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ ทฤษฎีผังงาน (Schema Theory) ทฤษฎีการเข้ารหัสคู่ (Dual Coding Theory) และทฤษฎีการใส่กระบวนการคิด (Cognitive Load Theory)

1) ทฤษฎีผังงาน (Schema Theory)

ความจำประกอบขึ้นมาจากผังงานของเครือข่าย ผังงานเป็น โครงสร้างความรู้ที่ไปด้วยกันหรือทำให้ง่ายขึ้นในกระบวนการที่เกิดขึ้นในจิตใจ ซึ่งสอดคล้องกับ Dye (2000) ที่กล่าวว่า ผังกราฟิกมีรากฐานมาจากทฤษฎีผังงาน ซึ่งทฤษฎีนี้แสดงให้เห็นว่าความรู้ใหม่ต้องถูกเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่ๆ พวกเขาจะสามารถจดจำข้อมูลเอาไว้ใช้วันหลังได้ ความรู้

เหล่านี้จะถูกเก็บไว้เป็นขั้นๆซึ่งเป็นแนวทางในการจัดระบบข้อมูล Guastello และคณะ (2000) ก็ได้กล่าวไว้ว่า ภาระงานของครูคือการทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมมาเป็นโมเดลใหม่ๆได้ ซึ่งการใช้ผังกราฟิกจะทำให้การเชื่อมโยงข้อมูลใหม่ๆกับความรู้ที่มีอยู่ง่ายขึ้นและยังช่วยให้นักเรียนสร้างผลงานตามความเข้าใจในโมเดลใหม่ๆของนักเรียนเอง

2) ทฤษฎีการเข้ารหัสคู่ (Dual Coding Theory)

Pavio (1986) ได้กล่าวถึงการเข้ารหัสคู่ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าความจำประกอบไปด้วย 2 ส่วนที่แยกจากกัน แต่มีความสัมพันธ์กันอยู่ภายในเกี่ยวกับกระบวนการจัดการข้อมูล ซึ่งระบบแรกเป็นกระบวนการที่เป็นมโนภาพ และระบบที่สองเป็นกระบวนการที่เป็นภาษา ขณะที่แต่ละระบบทำงานแยกจากกัน จะมีการเชื่อมโยงระหว่างระบบโดยจะมีการเข้ารหัสคู่ของข้อมูล เขายังกล่าวอีกว่า ทั้งภาพและสัญลักษณ์เป็นหน่วยที่มีความหมายกับความจำ นอกจากนี้ Saavedra (1999) ยังกล่าวว่า ข้อมูลที่เข้ารหัสคู่จะดึงข้อมูลออกมาใช้และจดจำได้ง่ายกว่าเนื่องจากทั้งภาพและภาษาเกิดขึ้นภายในจิตใจเป็นหนึ่งเดียว จาการากฐานของการเข้ารหัสคู่นี้มีความเกี่ยวข้องกับคุณค่าและการใช้ผังกราฟิกอย่างเห็นได้ชัด ดังที่ Marzano และคณะ (2001) กล่าวว่าผังกราฟิกช่วยเพิ่มการพัฒนาทางด้านการแสดงด้วยภาพของนักเรียน นอกจากนี้ Wills (2005) ยังเพิ่มเติมอีกว่าการใช้ผังกราฟิกยังคงช่วยให้นักเรียนสร้างการแสดงออกในรูปของภาษาอีกด้วย ผังกราฟิกเป็นทั้งเครื่องมือที่เป็นภาพเพื่อช่วยให้นักเรียนมีกระบวนการและการจดจำเนื้อหาได้ง่ายขึ้นและยังเป็นเครื่องมือที่เป็นภาษาเพื่อช่วยในการพัฒนาในรูปของสัญลักษณ์ ดังนั้นผังกราฟิกจึงเป็นการเข้ารหัสคู่ของข้อมูล

3) ทฤษฎีการใส่กระบวนการคิด (Cognitive Load Theory)

Adcock (2000) กล่าวถึงการใส่กระบวนการคิดว่าเป็นปริมาณของแหล่งที่มาที่เกิดขึ้นในใจซึ่งจำเป็นต่อการประมวลผลข้อมูล ทฤษฎีการใส่กระบวนการคิดนี้คงไว้ซึ่งการทำงานของความสามารถติดต่อกับปริมาณของข้อมูลอย่างจำกัด และถ้าปริมาณของข้อมูลเกิน จะทำให้ข้อมูลสูญหาย ซึ่งสัมพันธ์กับ Cooper (1998) ที่กล่าวว่า การทำงานของความจำมีความจุระหว่าง 4-10 องค์ประกอบ ขึ้นอยู่กับแบบแผนของนักเรียนเอง การใส่กระบวนการคิดกระบวนการคิดจากภายนอกเข้าไปให้นักเรียนเพื่อให้เกิดการทำงานของความจำในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆซึ่งอาจจะต้องดัดแปลงให้มีรูปแบบต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้ของนักเรียน Adcock (2000) ยังได้กล่าวอีกว่าผังกราฟิกก็เป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถลดการใส่กระบวนการคิดเพื่อให้การทำงานของความจำให้ความสนใจกับการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ดังนั้นเนื้อหาที่มีความซับซ้อนจึงสามารถเขียนออกมาได้โดยใช้ผังกราฟิก

ทิสนา แหมมณี (2551) ได้กล่าวถึงการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิก ว่าใช้แนวคิดทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล ซึ่งกล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ ความจำข้อมูล (Information Storage) กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Processes) และอภิปัญญา (Metacognition) ความจำข้อมูลประกอบด้วย ความจำจากการรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) ซึ่งจะเก็บข้อมูลไว้เพียงประมาณ 1 วินาทีเท่านั้น ความจำระยะสั้น (Short-term Memory) หรือความจำปฏิบัติการ (Working Memory) ซึ่งเป็นความจำที่เกิดขึ้นหลังจากการตีความสิ่งเร้าที่รับรู้มาแล้ว ซึ่งจะเก็บข้อมูลไว้ได้ชั่วคราวประมาณ 20 วินาที และทำหน้าที่ในการคิด (Mental Operation) ส่วนความจำระยะยาว (Long-term Memory) เป็นความจำที่มีความคงทน มีขนาดความจุไม่จำกัดสามารถคงอยู่เป็นเวลานาน เมื่อต้องการใช้จะสามารถเรียกคืนได้ สิ่งที่อยู่ในความจำระยะยาวมี 2 ลักษณะ คือ ความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) และความจำความหมาย (Semantic Memory) เกี่ยวกับข้อเท็จจริง มโนทัศน์ กฎ หลักการต่างๆ องค์ประกอบด้านความจำข้อมูลนี้ จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพียงใดขึ้นกับกระบวนการทางปัญญาของบุคคล ซึ่งประกอบด้วย การใส่ใจ การรับรู้ การทำซ้ำ การเข้ารหัส การเรียกคืน

2.3.3 ความเป็นมาของผังกราฟิก

Wills (2005) กล่าวว่า ผังกราฟิกมีรากฐานมาจากทฤษฎีของ Ausebel ตั้งแต่ปี 1963 ซึ่งเรียกว่า มโนทัศน์ล่วงหน้า (Advance Organizers) Ausebel เชื่อว่าผู้เรียนมีความรู้เดิมอยู่แล้วที่เรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา เมื่อรวมโครงสร้างทางปัญญามีอยู่เดิมเข้ากับข้อมูลใหม่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้น ต่อมาปี 1969 Baron ได้เปลี่ยนชื่อจาก มโนทัศน์ล่วงหน้า (Advance Organizers) เป็นแผนผังต้นไม้ (Tree Diagrams) ซึ่งเหมาะกับมโนคติที่เกี่ยวกับคำศัพท์ในการเรียนรู้ Baron ได้ดัดแปลงมโนทัศน์ล่วงหน้าของ Ausebel และเรียกใหม่ว่า โครงสร้างแบบภาพรวม ต่อมาโครงสร้างแบบภาพรวมถูก Hawk เปลี่ยนชื่อเป็นผังกราฟิก (Graphic Organizers) เช่นในปัจจุบันในปี 1986

2.3.4 ประเภทของผังกราฟิก

Readence และคณะ (1985) ได้แบ่งประเภทของผังกราฟิกเป็น 5 ประเภท ตามหน้าที่ของผังกราฟิก ได้แก่

- 1) ผังกราฟิกแบบเหตุ/ผล เป็นผังกราฟิกที่เชื่อมสาเหตุและผลที่เกิด เช่น แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram)

2) ผังกราฟิกแบบเปรียบเทียบความเหมือน/เปรียบเทียบความต่าง เป็นผังกราฟิกที่เน้นให้เห็นถึงความเหมือนและความแตกต่างระหว่างวัตถุหรือสถานการณ์ เช่น ผัง K-W-L (K-W-L Chart)

3) ผังกราฟิกแบบลำดับเวลา เป็นผังกราฟิกที่พรรณนาถึงการจัดลำดับตามเวลาของวัตถุหรือสถานการณ์ว่าเกิดขึ้นก่อนหรือหลัง เช่น เส้นลำดับเวลา (Timeline)

4) ผังกราฟิกแบบรายการอย่างง่าย เป็นกลุ่มของผังกราฟิกที่สัมพันธ์กับหัวข้อ เช่น แผนผังวงกลมมโนคติ (Concept Circle Diagram)

5) ผังกราฟิกแบบปัญหา/แนวทางแก้ไข เป็นผังกราฟิกที่แสดงถึงปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหานั้น เช่น แผนผังรูปตัววี (Vee Diagram)

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาร์ ยินดีสุข (2548) ได้แบ่งประเภทของผังกราฟิกเป็น 9 ประเภท ได้แก่

- 1) ผังกราฟิกเสนอเป็นขั้นตอน หรือเรียงลำดับเหตุการณ์ (Sequence Organizers)
- 2) ผังกราฟิกเสนอเป็นเส้นตรง (Line Graphic)
- 3) ผังกราฟิกเสนอเป็นภาพการ์ตูน หรือแผ่นรูปภาพ (Cartoon & Picture Strip)
- 4) ผังกราฟิกเสนอลำดับขั้น (Step Chart)
- 5) ผังกราฟิกเสนอโมโนทัศน์หรือประมวลความรู้ที่ได้จากการพัฒนา (Concept development Organizers)
- 6) ผังกราฟิกเสนอการเปรียบเทียบสิ่งเหมือนและสิ่งแตกต่าง (Compare/Contrast Organizers)
- 7) ผังกราฟิกเสนอการประเมิน (Evaluation Organizers)
- 8) ผังกราฟิกเสนอการจัดประเภทและจำแนกประเภท (Categorize/Classify Organizers)
- 9) ผังกราฟิกเสนอความสัมพันธ์ (Relational Organizers)

Hammerman (2006) ได้แบ่งประเภทของผังกราฟิกออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

- 1) ผังกราฟิกแบบบรรยาย (Descriptive) เป็นผังกราฟิกที่ความคิดหลักจะอยู่ตรงกลาง ความคิดรองจะแยกออกจากความคิดหลัก บางครั้งอาจใช้คำเชื่อมในการระบุความสัมพันธ์ได้
- 2) ผังกราฟิกแบบลำดับ (Sequential) เป็นผังกราฟิกที่ใช้ในการแสดงลำดับของเหตุการณ์อย่างมีเหตุมีผล
- 3) ผังกราฟิกแบบกระบวนการ/สาเหตุ (Process/Causal) เป็นผังกราฟิกที่ใช้ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลที่ได้
- 4) ผังกราฟิกแบบไม่มีเงื่อนไข (Categorical) ใช้ในการจัดหมวดหมู่หรือแบ่งประเภท
- 5) ผังกราฟิกแบบเปรียบเทียบ/แสดงความสัมพันธ์ (Comparison/Relational) ใช้ระบุความเหมือนและความแตกต่างหรือเปรียบเทียบวัตถุหรือสถานการณ์ตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไป
- 6) ผังกราฟิกแบบปัญหา/แนวทางการแก้ไข (Problem/Solution) ใช้ในการแสดงความคิดเกี่ยวกับปัญหาโดยระบุแนวทางการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุมีผลและมีความเป็นไปได้

Science Scope (2007) ได้กล่าวถึงการใช้ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือในการประเมินการคิดและการเรียนรู้ของนักเรียน โดยจำแนกผังกราฟิกออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

- 1) ผังกราฟิกที่เสนอโมโนมิติ (Conceptual Graphic Organizers) ใช้ในการประเมินความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือความคิดหลัก ตัวอย่างผังกราฟิกประเภทนี้ เช่น แผนผังมโนมิติ (Concept Map) มโนมิติของคำจำกัดความ (Concept of a Definition) การเปรียบเทียบข้อเหมือน/ข้อแตกต่าง (Compare/Contrast) KWL และเวนไดอะแกรม (Venn Diagram) เป็นต้น
- 2) ผังกราฟิกที่เสนอลำดับชั้น (Hierarchical Graphic Organizers) ใช้ประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือหัวข้อของนักเรียนโดยถามถึงการแยกแยะมโนมิติหลักออกเป็นมโนมิติย่อยๆหรือเป็นขั้นๆ ตัวอย่างผังกราฟิกประเภทนี้ เช่น แผนภาพแบบกิ่ง (Branching Diagram) แผนภาพการจัดกลุ่ม (Classifying Chart) เป็นต้น
- 3) ผังกราฟิกที่เสนอความต่อเนื่อง (Sequential Graphic Organizers) ใช้ประเมินความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับความต่อเนื่องของเหตุการณ์ ตัวอย่างผังกราฟิกประเภทนี้ เช่น สาเหตุ/ผล

(Cause/Effect) ปัญหา/แนวทางแก้ไข (Problem/Solution) แผนภาพรุ้วทัว (T-Chart) กระดานเรื่องราว (Story Board) และ แผนภาพความต่อเนื่อง (Sequencing Chart)

4) ผังกราฟิกที่เสนอวัฏจักร (Cyclical Graphic Organizers) ใช้ประเมินความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับวัฏจักรในธรรมชาติ เช่น วัฏจักรหิน ตัวอย่างผังกราฟิกประเภทนี้ เช่น แผนภาพวัฏจักร (Circle Diagram) เป็นต้น

ทศนา แคมมณี (2551) ได้เสนอผังกราฟิกรูปแบบต่างๆ ที่น่าสนใจซึ่งสามารถนำไปใช้งานลักษณะต่างๆกัน ดังนี้

1) ผังความคิด (Mind Map) เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่างๆให้เห็นเป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้เส้น กำ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรงเรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้นๆ

2) ผังมโนทัศน์ (A Concept Map) เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลางและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่และมโนทัศน์ย่อยๆ เป็นลำดับขั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง

3) ผังแมงมุม (A Spider Map) เป็นผังแสดงมโนทัศน์อีกแบบหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะคล้ายใยแมงมุม

4) ผังลำดับขั้นตอน (A Sequential Map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นของสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ

5) ผังก้างปลา (A Fishbone Map) เป็นผังที่แสดงสาเหตุของปัญหาซึ่งมีความซับซ้อน ผังก้างปลาจะช่วยให้เห็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ชัดเจน

6) ผังวัฏจักร (A Circle or Cyclical Map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันเป็นวงกลม หรือเป็นวัฏจักรที่ไม่แสดงจุดสิ้นสุดหรือจุดเริ่มต้นที่แน่นอน

7) ผังวงกลมซ้อน หรือเวนน์ไดอะแกรม (Venn Diagram) เป็นผังวงกลม 2 วงหรือมากกว่าที่มีส่วนหนึ่งซ้อนกันอยู่ เป็นผังที่เหมาะสมสำหรับการนำเสนอสิ่ง 2 สิ่งหรือมากกว่า ซึ่งมีทั้งความเหมือนและความต่างกัน

8) ฟังวีไดอะแกรม (Vee Diagram) เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาธรรมชาติความรู้ และ ผลผลิตของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ แผนผังรูปตัววีเป็นแบบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎี กับวิธีการ ความคิดกับการสังเกต และวิธีเชื่อมโยงความเข้าใจระหว่างกิจกรรมการทดลองกับเนื้อหา ในตำราเรียน

9) ฟังพล็อตไดอะแกรม (Plot Diagram) เป็นผังที่ช่วยในการอ่านเรื่องราวที่มี เหตุการณ์ต่อเนื่องกันยืดยาว เหมาะสำหรับการสอนอ่าน ผู้เรียนสามารถใช้ผังนี้ช่วยในการหาพล็อต เรื่อง ซึ่งก็คือเหตุการณ์สำคัญที่นำไปสู่จุดยอดของเรื่องและเมื่อเรื่องดำเนินไปสู่จุดยอดคือจุดสำคัญ ที่สุดของเรื่องแล้ว เหตุการณ์ก็จะคลี่คลายไปสู่บทสรุปของเรื่อง

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553) ได้แบ่งประเภทของผังกราฟิกออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

- 1) แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูลหรือสาระสำคัญของข้อมูล เช่น ฟังจินตทัศน์ (Mind Map) ฟังมโนทัศน์ (Concept Map) เป็นต้น
- 2) แสดงเปรียบเทียบข้อมูล เช่น เวนนไดอะแกรม (Venn Diagram) ฟังที-ชาร์ต (T-Chart) แผนภูมิแท่ง แผนภูมิตาราง เป็นต้น
- 3) แผนภูมิความคิดหรือผังกราฟิกที่แสดงข้อมูลเป็นเหตุเป็นผลกัน เช่น ฟังก้างปลา (Fishbone Map) ฟังใยแมงมุม (Spider Web) เป็นต้น
- 4) แสดงการเรียงลำดับข้อมูล หรือขั้นตอนต่างๆ เช่น ฟังลำดับขั้นตอน (A Sequential Map) ฟังวัฏจักร (Circle Map) ฟังขั้นบันได (Ranking Ladder) เป็นต้น
- 5) แสดงการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลหรือหมวดหมู่ของความคิด เช่น แผนภูมิวง (Pie Chart) ฟังมองต่างมุม (Thinking at Right Angles) แผนภูมิเป้าหมาย (Target) เป็นต้น

ชนาธิป พรกุล (2554) แบ่งผังกราฟิกออกเป็น 9 ประเภท ตามลักษณะของข้อมูล ได้แก่

- 1) แบบจัดระดับชั้น (Hierarchical Organizer) ข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ตาม ลำดับชั้น
- 2) แบบแสดงมโนทัศน์ (Conceptual Organizer) ข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง มโนทัศน์หลักกับมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง

- 3) แบบเรียงลำดับ (Sequential Organizer) ข้อมูลเรียงตามลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น มีจุดเริ่มต้น และจุดจบที่แน่นอน
- 4) แบบวงจร (Cyclical Organizer) ข้อมูลมีการเกิดขึ้นตามลำดับซ้ำๆ กัน
- 5) แบบวงกลมเปรียบเทียบ (Venn Diagram) ข้อมูล 2 ชุด มีความเหมือนและความแตกต่าง
- 6) แบบวงกลมเหลื่อมซ้อน (Overlapping Diagram) ข้อมูล 3 ชุด มีความเหมือน ความต่างเป็นคู่ มีข้อมูล 1 ชุดที่มีลักษณะรวมทั้ง 3 ลักษณะ
- 7) แบบเหตุและผล (Cause-Effect Organizer) ข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง สาเหตุและผลที่เกิดขึ้น
- 8) แบบวางแผน (Planning Organizer) ข้อมูลการจัดการเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
- 9) แบบใยแมงมุม (Web Diagram) ข้อมูลแสดงความคิดสำคัญ นำไปสู่การให้ คำจำกัดความ

วนาถ รักสกุลไทย และคณะ (2556) ได้แบ่งผังกราฟิก ออกตามความต้องการในการใช้งาน ดังนี้

- 1) ผังเพื่อพัฒนาความคิดรวบยอด เช่น Web Diagram, Concept Mapping
- 2) ผังกราฟิกแสดงความสัมพันธ์ เช่น Venn Diagram, T-Chart, Y-Chart, PMI, Matrix Diagram
- 3) ผังกราฟิกแสดงความเชื่อมโยงและเหตุผล เช่น ผังก้างปลา ผังใยแมงมุม
- 4) ผังกราฟิกนำเสนอข้อมูลที่มีการจัดเรียงลำดับข้อมูล เช่น ผังลูกโซ่ เส้นเวลา ผังวัฏจักร
- 5) ผังกราฟิกแบบจัดกลุ่มหรือจำแนกประเภท เช่น ผังกราฟิกแบบ Branching แผนภูมิต้นไม้

Scholastic (มปป.) ได้จัดประเภทของผังกราฟิกออกเป็น 5 ประเภทตามลักษณะของผังกราฟิก ได้แก่

- 1) ผังกราฟิกเสนอรูปแบบของการจัดระบบ (Organizer Patterns) เช่น โครงร่างการจัดระบบ (Organizational Outline) เครือข่ายความคิด (Idea Web) วัฏจักร (Cyclical) เวนน์ไดอะแกรม (Venn Diagram) มโนคติที่ซ้อนทับ (Overlapping Concepts) สาเหตุ/ผล (Cause-Effect) และเส้นลำดับเวลา (Timeline)
- 2) ผังกราฟิกเสนอการอ่านจับใจความ (Reading Comprehension) เช่น ผัง KWL (KWL Chart)
- 3) ผังกราฟิกเสนอองค์ประกอบของเรื่อง: ลักษณะของการคิดวิเคราะห์และการติดตั้ง (Story Elements: Character Analysis and Setting) เช่น ใบงานเปรียบเทียบลักษณะ (Character Comparison Sheet)
- 4) ผังกราฟิกเสนอองค์ประกอบของเรื่อง: จุดและลำดับ (Story Elements: Plot and Sequence)
- 5) ผังกราฟิกเสนอการประเมินนักเรียน (Assess Students)

2.3.5 ประสิทธิภาพของการใช้ผังกราฟิก

Moore และ Readence (1984) ได้วิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ผังกราฟิกของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่าครูที่ใช้ผังกราฟิกในการเรียนการสอนมีความรู้สึกว่านักเรียนมีความรอบรู้มากขึ้นในเนื้อหาวิชา

Pruitt (1993) กล่าวว่า “การใช้ผังกราฟิกจะทำให้นักเรียนพัฒนาการคิดและการเรียนรู้ในบริบทที่หลากหลาย”

Mills และ Cottell (1998) กล่าวถึงประโยชน์ของผังกราฟิกสรุปได้ว่า ผังกราฟิกช่วยให้นักเรียนจัดเรียงเรียงข้อมูลและความคิด โดยแสดงออกมาในรูปแบบของแผนภาพ การแสดงแบบองค์รวมของข้อเท็จจริงและความสัมพันธ์ของพวกเขา ตัวอย่างของผังกราฟิก เช่น ผังมโนคติ จะช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความคิดสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงระหว่างความคิดอย่างมีเหตุผล เพราะโดยปกติแล้วกระบวนการของความคิดเป็นนามธรรมแต่ผังกราฟิกจะทำให้กลายมาเป็นรูปธรรม

พิมพ์พันธุ์ เดชะคุปต์ และ เพียว อินดิสุข (2548) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการให้ผู้เรียนใช้ผังกราฟิกในการเรียนการสอนสรุปได้ว่า 1. เป็นการพัฒนาการคิดในระดับสูง 2. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เรียน 3. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจำได้เป็นความจำแบบถาวร 4. ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาปัญญาอย่างหลากหลาย (Multiple Intelligences) เช่น ปัญญาด้านภาษา (Verbal Intelligence) ปัญญาด้านความคิดและคณิตศาสตร์ (Logical/Mathematical Intelligence) และปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Visual/Spatial Intelligence)

Ellis (2001) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้ผังกราฟิกไว้ 3 ประการ สรุปได้ว่า 1. ผังกราฟิกทำให้เข้าใจและเรียนรู้เนื้อหาสาระได้ง่ายขึ้น และยังช่วยให้นักเรียนแยกแยะข้อมูลที่สำคัญ น่าสนใจออกจากข้อมูลที่ไม่จำเป็นได้ 2. ผังกราฟิกช่วยลดการประมวลผลข้อมูลที่จำเป็นในการเรียนรู้โดยจัดระบบของเนื้อหาให้เข้าใจง่าย 3. นักเรียนที่ใช้ผังกราฟิกกลายเป็นผู้เรียนที่มีกลยุทธ์ในการเรียนรู้คือสามารถที่มีทักษะในการอ่าน การเขียน การสื่อสาร การวิเคราะห์ และความคิดสร้างสรรค์

Barkley และ Cross (2005) กล่าวถึงประโยชน์ของผังกราฟิกพอสรุปได้ว่า 1. ผังกราฟิกช่วยให้นักเรียนค้นพบรูปแบบและความสัมพันธ์ของความคิด ซึ่งในบางครั้งไม่สามารถถ่ายทอดได้โดยใช้ตัวหนังสือ 2. ผังกราฟิกสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนแต่ละส่วนเช่นเดียวกับความสัมพันธ์ของแต่ละส่วนที่รวมเป็นอันเดียว ดังนั้นผังกราฟิกจะช่วยให้นักเรียนมองข้อมูลทั้งแบบองค์รวมและแบบทีละส่วน 3. ผังกราฟิกสามารถขมวดและมุ่งที่จุดสำคัญของข้อมูลได้ ผังกราฟิกสามารถทำให้นักเรียนตีความหมาย เกิดความเข้าใจ และเข้าใจอย่างลึกซึ้งได้ง่ายขึ้น 4. ผังกราฟิกจะใช้คำหรือข้อความสั้นๆมารวมกับภาพประกอบหรือแผนภาพ จึงทำให้สามารถเปลี่ยนข้อมูลที่ซับซ้อนให้ดูง่ายขึ้น

Griffin และคณะ (2006) กล่าวว่า “ผังกราฟิกสามารถช่วยในเรื่องการเรียนรู้โน้มนำใหม่ โดยใช้รูปภาพในการส่งเสริมปัญหาการรับรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ผังกราฟิกยังสามารถแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์สำคัญในการจัดระบบขอบข่ายงาน” ซึ่งสอดคล้องกับ Myles และ Simpson (2003) ที่กล่าวว่า “ผังกราฟิกมีประโยชน์เพราะผังกราฟิกนำเสนอในรูปของแผนภาพ ให้ความสำคัญกับการประมวลผลข้อมูล และใช้ในการนำเสนอที่เป็นรูปธรรมในการนำเสนอข้อมูลที่เป็นนามธรรม”

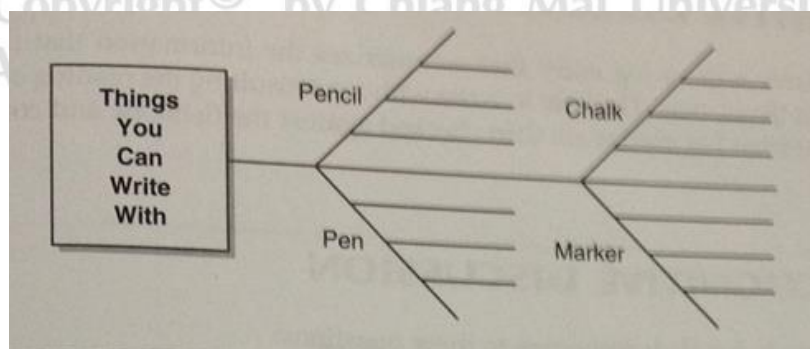
Science Scope (2007) ระบุว่า “ผังกราฟิกสามารถใช้เป็นเครื่องมือที่มีอิทธิพลต่อการตรวจสอบและการวิเคราะห์การคิดและการเรียนรู้ของนักเรียน ผังกราฟิกยังคงสามารถดึงความรู้เดิมของนักเรียนและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการทำให้ง่ายขึ้น”

Mercuri (2010) กล่าวว่าสรุปได้ว่า การสร้างสรรค์ภาพตัวแทนของมโนคติผ่านผังกราฟิกที่หลากหลายสามารถช่วยนักเรียนในการจำแนก สรุป แสดงความสัมพันธ์ท่ามกลางความคิด และให้เนื้อหาที่มีความหมาย นอกจากนี้การใช้ผังกราฟิกยังช่วยให้ครูสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนและส่งเสริมการพูดและการเขียนของนักเรียนให้ง่ายต่อการเข้าใจ สุดท้ายครูสามารถใช้ผังกราฟิกในการประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนและยังสามารถออกแบบและดัดแปลงให้เหมาะสมกับผู้เรียน

Ropic และ Abersek (2012) กล่าวว่า “ในขณะที่นักเรียนมีการประมวลผลเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา นักเรียนจะใช้ทักษะต่างๆ เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินผล และการสรุป ผังกราฟิกจะช่วยนักเรียนเกี่ยวกับทักษะต่างๆเหล่านี้ โดยการจัดระบบข้อมูลเพื่อแสดงให้เห็นว่ามันสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง”

จากที่ได้กล่าวมาจะเห็นว่าผังกราฟิกมีหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการนำมาใช้ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ผังกราฟิกที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่อง สารรอบตัว ที่ให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการเข้าสู่ ความสามารถในการจำแนก ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ความสามารถในการลงข้อสรุป และความสามารถในการกำหนด ผู้วิจัยเลือกใช้ผังกราฟิก 3 รูปแบบ ได้แก่

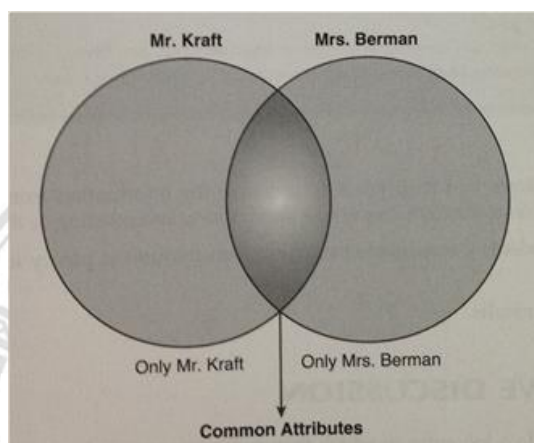
1. ผังก้างปลา ใช้สำหรับฝึกการคิดวิเคราะห์ในด้านความสามารถในการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ซึ่งเป็นการให้เหตุผลเชิงตรรกะในการ หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลของข้อมูล ดังที่ Readence และคณะ (1985), ทิศนา แคมมณี (2551) และประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ของการใช้ผังก้างปลาพอสรุปได้ว่า ผังก้างปลาใช้สำหรับแสดงข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผลกัน สามารถทำให้เห็นสาเหตุของปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผังก้างปลามีรูปแบบดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ผังก้างปลา

ที่มา : Berman (2008:45)

2. เวนน์ไดอะแกรม ใช้สำหรับฝึกการคิดวิเคราะห์ในด้านความสามารถในการเข้าสู่ ซึ่งเป็นการระบุนความเหมือนและความแตกต่างขององค์ประกอบของข้อมูล ดังที่ Science Scope (2007), ทิศนา ขัมมณี (2551) และชนาธิป พรกุล (2554) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ของการใช้เวนน์ไดอะแกรม พอสรุปได้ว่า เวนน์ไดอะแกรม ใช้สำหรับเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างกันของข้อมูล เวนน์ไดอะแกรมมีรูปแบบดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 เวนน์ไดอะแกรม
ที่มา : Berman (2008:41)

3. ตารางเมทริกซ์ สามารถใช้สำหรับฝึกการคิดวิเคราะห์ในหลายๆ ด้าน ได้แก่ 1. ความสามารถในการเข้าสู่ เป็นการระบุนความเหมือนและความแตกต่างขององค์ประกอบของข้อมูล ดังที่ Draftke (1993), Marzano และ Pickering (2005) และ York (มปป.) กล่าวไว้สรุปได้ว่า ตารางเมทริกซ์สามารถใช้ในการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างข้อมูลหลายๆกลุ่ม 2. ความสามารถในการจำแนก เป็นการจัดการข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ที่มีความหมาย ดังที่ Berman (2008) กล่าวไว้สรุปได้ว่า ตารางเมทริกซ์ ช่วยในการจำแนกแยกแยะความแตกต่างของข้อมูล และช่วยในการระบุนข้อมูลที่มีคุณลักษณะเหมือนกันไว้ในกลุ่มเดียวกันทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ 3. ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด เป็นการให้เหตุผลเชิงตรรกะและความถูกต้องของข้อมูล 4. ความสามารถในการลงข้อสรุป เป็นการสร้างข้อสรุปใหม่จากข้อมูลที่มีหรือที่สังเกตได้ 5. ความสามารถในการกำหนด เป็นการคาดการณ์เกี่ยวกับสิ่งที่จะเกิดขึ้นหรือสิ่งที่จำเป็นในสถานการณ์ที่กำหนด ผู้วิจัยจะให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลโดยดูจากความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดให้ ดังที่ วรรณาด รักสกุลไทย และคณะ (2556) กล่าวไว้พอที่จะสรุปได้ว่า ตารางเมทริกซ์ เป็นรูปแบบของผังกราฟิกที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล ตารางเมทริกซ์มีรูปแบบดังแสดงในภาพที่ 2.3

Attributes						
Pets	Size	Skin covering	Warm- or cold-blooded	Legs (?)	Other appendages	Food
Dog						
Cat						
Fish						
Bird						
Other						
Other						

ภาพที่ 2.3 ตารางเมทริกซ์

ที่มา : Berman (2008:48)

2.4 การคิดวิเคราะห์

2.4.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

Bloom และคณะ (1964) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า “การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวออกเป็นส่วนย่อยหรือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญได้ รวมทั้งการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของส่วนที่เกี่ยวข้องกัน และการรับรู้หลักการจัดระเบียบที่เกี่ยวข้องได้”

Sternberg (1985, อ้างใน Travers และคณะ, 1993) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า “การคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยกระบวนการที่เกิดขึ้นในจิตใจ และเป็นตัวแทนของประชาชนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ๆ”

Ennis (1987, อ้างใน Travers และคณะ, 1993) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์สรุปได้ว่าเป็นการคิดที่สะท้อนออกมาอย่างมีเหตุมีผล ซึ่งจะเน้นไปที่การตัดสินใจว่าจะเชื่อหรือจะทำ ซึ่งโดยธรรมชาติจะมี 5 คุณภาพ ได้แก่ การปฏิบัติอย่างแท้จริง การสะท้อนกลับ การมีเหตุมีผล ความเชื่อ และการกระทำ ดังนั้นการคิดวิเคราะห์จึงกลายมาเป็นกิจกรรม การปฏิบัติและการสะท้อนกลับ ซึ่งเป็นความเชื่อและการกระทำที่มีเหตุผลจนเป็นเป้าหมาย

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า “การคิดวิเคราะห์เป็นการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาจัดระบบหรือเรียบเรียงให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ”

สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2549) ได้ให้ความหมายไว้สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ คือ การระบุเรื่องหรือปัญหา การจำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มอย่าง

เป็นระบบ ระบุเหตุผลหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลหรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอในการตัดสินใจ/แก้ปัญหา/คิดสร้างสรรค์

Marzano และ Kendall (2008) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า “การคิดวิเคราะห์เกี่ยวข้องกับการขยายเหตุผลของความรู้ นอกจากนี้การคิดวิเคราะห์ยังเป็นการระบุลักษณะที่จำเป็นกับไม่จำเป็นซึ่งเป็นหน้าที่หนึ่งในกระบวนการของความเข้าใจด้วย”

Moon (2008, อ้างใน Glaser) กล่าวว่า “การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาขอบเขตของข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งต่างๆ และความสามารถจัดการข้อมูลด้วยวิธีการที่ริเริ่มและมีเหตุผล ทำทนาย วิเคราะห์ ตลอดจนสามารถพิจารณาข้อสรุป ซึ่งสามารถกล่าวแย้งและให้เหตุผลได้”

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์พอสรุปได้ว่า หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียด และจำแนกแยกแยะข้อมูลองค์ประกอบของสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เรื่องราว เหตุการณ์ต่างๆออกเป็นส่วนย่อยๆ และจัดหมวดหมู่ เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญ แก่นแท้ องค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้นๆ สามารถอธิบายตีความสิ่งที่เห็น ทั้งที่อาจแฝงซ่อนอยู่ภายในสิ่งต่างๆหรือปรากฏได้อย่างชัดเจน รวมทั้งหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงของสิ่งต่างๆ จนได้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ ทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่างๆได้อย่างถูกต้อง

ทิสนา แคมมณี (2554) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์สรุปได้ว่า หมายถึง การจำแนกแยกแยะสิ่ง/เรื่อง/ข้อมูลต่างๆ เพื่อหาส่วนประกอบ/องค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเรื่องนั้นหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลมาอธิบายเรื่องนั้นประเมินและตัดสินใจเลือกคำตอบที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

บรรจง อมรชีวิน (2554) กล่าวถึงการวิเคราะห์สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ใช้เพื่อสร้างความกระจ่างกับข้อสนเทศที่มีอยู่ ด้วยการพิจารณาส่วนต่างๆและความสัมพันธ์ ด้วยการวิเคราะห์จะทำให้เราสามารถระบุและแยกส่วนประกอบต่างๆ คุณสมบัติ ข้อกล่าวอ้าง ข้อสมมติฐาน หรือว่าเหตุผล

ศักดิ์ชัย หิรัญรักษ์ (2556) ได้ให้ความหมายว่า “การคิดวิเคราะห์เป็นการแยกย่อยสิ่งที่ต้องศึกษาออกเป็นส่วนๆ และทำการศึกษาถึงองค์ประกอบของส่วนย่อยๆ และตัดสินใจว่าในแต่ละส่วนนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร รวมถึงการวิเคราะห์ถึงความเหมือนและความแตกต่าง รูปแบบของการจัดโครงสร้าง”

จากความหมายของนักวิชาการ ผู้วิจัยสรุปความหมายของการคิดวิเคราะห์ได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวหรือองค์ประกอบที่สำคัญ เปรียบเทียบข้อมูล เพื่อจัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ รวมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลอย่างมีเหตุมีผล จนได้ความคิด เพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ และการคาดการณ์สิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

2.4.2 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

Bloom และคณะ (1964) ได้กล่าวถึงลักษณะของการคิดวิเคราะห์ไว้ 3 ด้าน ได้แก่ 1. การวิเคราะห์หน่วยย่อย (Analysis of Elements) 2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) 3. การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ (Analysis of Organization Principles)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545) ได้ระบุลักษณะของการคิดวิเคราะห์ไว้ 6 ด้าน ได้แก่ 1. การรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาจัดระบบหรือเรียบเรียงให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ 2. การกำหนดมิติหรือแง่มุมที่จะวิเคราะห์ โดยอาศัยความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม และ/หรือ อาศัยการค้นพบลักษณะหรือคุณสมบัติร่วมของกลุ่มข้อมูลบางกลุ่ม 3. การกำหนดหมวดหมู่หรือแง่มุมที่จะวิเคราะห์ 4. การแจกแจงข้อมูลที่มีอยู่ลงในแต่ละหมวดหมู่โดยคำนึงถึงความเป็นตัวอย่าง เหตุการณ์ การเป็นสมาชิก หรือความสัมพันธ์เกี่ยวข้องโดยตรง 5. การนำข้อมูลที่แจกแจงเสร็จแล้วในแต่ละหมวดหมู่มาจัดลำดับ เรียงลำดับ หรือจัดระบบให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ 6. การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างแต่ละหมวดหมู่ ในแง่ของความมาก-น้อย ความสอดคล้อง-ความขัดแย้ง ผลทางบวก-ผลทางลบ ความเป็นเหตุ-เป็นผล ลำดับความต่อเนื่อง

สุวิทย์ มูลคำ (2548) ได้จำแนกลักษณะของการคิดวิเคราะห์ ไว้เป็น 3 ด้าน คือ 1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการแยกแยะค้นหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งหรือเรื่องราวต่างๆ 2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่างๆ โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง 3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

Herr (2007) ได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. การระบุหลักฐานและข้อสรุป 2. การทำให้ข้อโต้แย้งกระจ่างชัด 3. การสร้างข้อเท็จจริง 4. การประเมินผลด้วยเหตุผล 5. การประเมินผลขั้นสุดท้าย

Marzano และ Kendall (2008) ได้แบ่งกระบวนการของการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่

1. การเข้าคู่ (Matching) เป็นการระบุความเหมือนและความแตกต่างขององค์ประกอบของข้อมูล
2. การจำแนก (Classifying) เป็นการจัดการข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ที่มีความหมาย
3. การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Analyzing Errors) เป็นการให้เหตุผล เชิงตรรกะ หรือความถูกต้องของข้อมูล
4. การลงข้อสรุป (Generalizing) เป็นการสร้างข้อสรุปใหม่จากข้อมูลที่มีหรือที่สังเกตได้
5. การกำหนด (Specifying) เป็นการคาดการณ์เกี่ยวกับสิ่งที่จะเกิดขึ้นหรือสิ่งที่จำเป็นในสถานการณ์ที่กำหนดให้

ทิสนา แคมมณี (2554) ได้จำแนกลักษณะของการคิดวิเคราะห์ไว้เป็น 2 ด้าน คือ 1. การจำแนกแยกแยะสิ่ง/เรื่อง/ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อหาส่วนประกอบ/ องค์ประกอบ 2. การจำแนกแยกแยะสิ่ง/เรื่อง/ข้อมูลต่างๆ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น

บรรจง อมรชีวิน (2554) ได้แบ่งการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 4 แบบ คือ 1. การระบุได้ถึงคุณสมบัติและองค์ประกอบ เป็นทักษะที่ต้องการให้แต่ละคนที่จะจำแนกและประกอบส่วนเล็กเข้าไปเป็นส่วนใหญ่ การวิเคราะห์นี้จะช่วยให้เรามุ่งจุดสนใจไปที่รายละเอียดและโครงสร้างของวัตถุสิ่งของ ความคิดการออกแบบ และอื่นๆ 2. การระบุถึงความสัมพันธ์และรูปแบบ ในตอนก่อนที่เราเห็นได้ถึงองค์ประกอบเล็กๆ รวมเข้าเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการระบุได้ถึงความสัมพันธ์และรูปแบบจึงเป็นการดูถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ อาจอยู่ในรูปของเชิงเหตุผล ลำดับชั้น พื้นที่ สหสัมพันธ์หรืออุปมา 3. การระบุถึงความคิดหลัก เป็นการวิเคราะห์หาความคิดหลัก (Main Idea) อยู่ตรงไหน อาจเป็นในบทความ หรือการพูด ซึ่งก็เป็นความคิดสำคัญที่อาจมีรายละเอียดสนับสนุนซึ่งอาจไม่ได้เขียนระบุไว้ชัดเจนโดยตรง 4. การระบุข้อผิดพลาด เป็นทักษะที่ป้องกันไม่ให้มีข้อผิดพลาดในเชิงตรรกะ การคำนวณ ขั้นตอน กระบวนการและความรู้ การระบุได้ถึงสาเหตุความผิดพลาดและทำการแก้ไขให้ถูกต้อง หรือเปลี่ยนการคิด บางองค์ประกอบอาจมีอคติ ผิด หรือคลุมเครือ หรือไม่ก็ขาดการลงเส้นคงวา ไม่สอดคล้องหรือขัดแย้งตรงข้าม ซึ่งพวกนี้หากละเอียดก็จะไปทำลายความเข้าใจหรือทำลายการอภิปรายได้เสียลง

ศักดิ์ชัย หิรัญรักษ์ (2556) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบย่อยของการคิดวิเคราะห์ไว้ 4 ด้าน ได้แก่

1. การวิเคราะห์ (Analyze) เป็นการนำเอาสิ่งที่ศึกษามาแยกส่วน ศึกษา วิเคราะห์ องค์ประกอบคุณลักษณะแต่ละส่วน
2. การหาความเหมือนและความแตกต่าง (Differentiating)
3. การวิเคราะห์ระบบโครงสร้าง (Organizing) เป็นการศึกษารายละเอียดของโครงสร้าง เหตุการณ์
4. การวิเคราะห์คุณลักษณะ (Attributing) เป็นการศึกษาถึงคุณลักษณะเฉพาะของสิ่งที่ศึกษา

จากลักษณะของการคิดวิเคราะห์ที่นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวไว้สามารถสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาส่วนประกอบหรือองค์ประกอบ วิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ วิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่าง วิเคราะห์การจัดหมวดหมู่ รวมไปถึงการวิเคราะห์หลักการ และการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด

2.4.3 พฤติกรรมที่บ่งชี้การคิดวิเคราะห์

Bloom และคณะ (1964) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

- 1) สามารถแยกแยะ (Breaks down) องค์ประกอบได้
- 2) สามารถระบุความเหมือนและความแตกต่าง (Differentiates)
- 3) สามารถทำให้เห็นถึงความแตกต่าง (Discriminates)
- 4) สามารถจำแนกความแตกต่าง (Distinguishes)
- 5) สามารถระบุ/บ่งชี้ (Identifies)
- 6) สามารถอธิบายได้โดยใช้ตัวอย่างประกอบ (Illustrates)
- 7) สามารถอนุมาน (Infer)
- 8) สามารถระบุเค้าโครง (Outlines)
- 9) สามารถชี้ให้เห็นประเด็นที่สนใจ (Point out)
- 10) สามารถระบุความสัมพันธ์ (Relates)
- 11) สามารถแบ่งย่อยออกโดยละเอียด (Subdivide)

Marzano และ Kendall (2008) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมที่บ่งชี้การคิดวิเคราะห์ ไว้ดังนี้

- 1) นักเรียนสามารถระบุความเหมือนและความแตกต่างขององค์ประกอบของข้อมูลได้ (Matching)
- 2) นักเรียนสามารถจัดการข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ที่มีความหมายได้ (Classifying)

- 3) นักเรียนสามารถให้เหตุผล เชิงตรรกะ หรือความถูกต้องของข้อมูลได้ (Analyzing Errors)
- 4) นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปใหม่จากข้อมูลที่มีหรือที่สังเกตได้ (Generalizing)
- 5) นักเรียนสามารถคาดการณ์เกี่ยวกับสิ่งที่จะเกิดขึ้นหรือสิ่งที่จำเป็นในสถานการณ์ที่กำหนดให้ (Specifying)

ทิสนา แหมมณี (2554) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่านักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ ไว้ดังนี้

- 1) สามารถระบุวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์
- 2) สามารถจัดระบบข้อมูล/เรื่อง/สิ่งที่วิเคราะห์
- 3) สามารถกำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์
- 4) สามารถแยกแยะข้อมูลได้ตามเกณฑ์ และระบอบองค์ประกอบของสิ่งที่วิเคราะห์
- 5) สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งที่วิเคราะห์
- 6) สามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์
- 7) สามารถนำผลการวิเคราะห์มาใช้ในการตอบคำถามตามวัตถุประสงค์

ศักดิ์ชัย หิรัญรักษ์ (2556) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมที่บ่งชี้การคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

- 1) นักเรียนสามารถทำการวิเคราะห์ (Analyze)
- 2) นักเรียนสามารถทำการจัดหมวดหมู่ (Categorize)
- 3) นักเรียนสามารถทำการแบ่งกลุ่ม (Classify)
- 4) นักเรียนสามารถทำการเปรียบเทียบ (Compare)
- 5) นักเรียนสามารถหาความเหมือนและความแตกต่าง (Differentiate)
- 6) นักเรียนสามารถระบุคุณสมบัติเฉพาะ (Identify)
- 7) นักเรียนสามารถทำการอ้างอิง อ้างอิง (Infer)

8) นักเรียนสามารถชี้ให้เห็นประเด็นสำคัญ (Point out)

9) นักเรียนสามารถแบ่งย่อยออกโดยละเอียด (Subdivide)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้มุ่งหวังพฤติกรรมที่บ่งชี้การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนตามแนวคิดของ Marzano และ Kendall (2008) ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ 1. นักเรียนสามารถระบุความเหมือนและความแตกต่างขององค์ประกอบของข้อมูลได้ (Matching) 2. นักเรียนสามารถจัดการข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่อย่างมีความหมายได้ (Classifying) 3. นักเรียนสามารถให้เหตุผล เชิงตรรกะ หรือความถูกต้องของข้อมูลได้ (Analyzing Errors) 4. นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปใหม่จากข้อมูลที่มีหรือที่สังเกตได้ (Generalizing) 5. นักเรียนสามารถคาดการณ์เกี่ยวกับสิ่งที่จะเกิดขึ้นหรือสิ่งที่จำเป็นในสถานการณ์ที่กำหนดให้ (Specifying) เนื่องจากการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้านเหมาะสมกับเนื้อหาที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.4.4 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

Bloom (1956, อ้างใน Adams, 1964) ได้กล่าวถึงการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1) การวิเคราะห์ส่วนประกอบ (Analysis of Element) เป็นการวิเคราะห์ในระดับที่ต่ำที่สุด นักเรียนถูกคาดหวังให้สามารถระบุและจำแนกส่วนประกอบของความรู้ เช่น ความแตกต่างของสมมติฐานและการสรุป หรือตระหนักถึงสมมติฐานที่ตั้งขึ้นโดยผู้เขียน

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) แบบทดสอบที่เหมาะสมกับการวัดประเภทนี้เป็นแบบทดสอบแบบเปิดหนังสือได้ นักเรียนจะสามารถแสดงความสามารถของเขาในการตรวจสอบความสัมพันธ์กันของประเด็นที่สร้างขึ้นโดยผู้แต่งไปถึงความคิดหลักของเขาเอง

3) การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) เป็นการวิเคราะห์ในระดับสูงที่สุด ควรจะให้สถานการณ์ใหม่ๆกับนักเรียนมากกว่าสถานการณ์ที่นักเรียนเคยวิเคราะห์มาแล้วในหนังสือเรียนหรือการอภิปรายในห้องเรียน สถานการณ์ที่จะให้นักเรียนวิเคราะห์อาจจะเป็นสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย โดยเลือกมาจากบทความ รายงานการทดลองใหม่ๆ หรือสถานการณ์ทางสังคม แบบทดสอบที่ใช้ อาจจะเป็นแบบความเรียงหรือแบบปรนัยก็ได้ ถ้าแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย อาจมีแบบทดสอบแบบความเรียงควบคู่กันไปด้วย และวิเคราะห์การตอบสนองของนักเรียนให้แก่วกเขา กลับคืนด้วย

Angelo และ Cross (1993) ได้กล่าวถึงการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ว่า มี 5 เทคนิคที่ถูกรวบรวมมาเพื่อวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ข้อมูล คำถาม หรือปัญหาเพื่อที่จะเข้าใจนักเรียนให้มากขึ้นและแก้ปัญหานักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เทคนิคนี้ได้พัฒนาขึ้นตามความต้องการของนักเรียน ได้แก่

- 1) ตารางหมวดหมู่ (Categorizing Grid) ใช้สำหรับให้นักเรียนจำแนกข้อมูลตามหมวดหมู่ได้อย่างเหมาะสม
- 2) ตารางกำหนดคุณลักษณะ (Defining Features Matrix) ใช้สำหรับให้นักเรียนเกิดข้อสังเกตและตอบสนองต่อการจำแนกคุณลักษณะ
- 3) ตารางข้อดีข้อเสีย (Pro and Con Grid) ใช้สำหรับให้นักเรียนระบุข้อดีและข้อเสียของแผนการหรือแนวคิดที่ให้ไป
- 4) โครงร่างเนื้อหา รูปแบบ และหน้าที่ (Content, Form and Function Outline) ใช้สำหรับกระตุ้นให้นักเรียนอ่านเชิงวิเคราะห์ ประเมินค่า และเขียนโดยสังเขป

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้กล่าวถึงการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ว่า คำถามแบบวิเคราะห์ ต้องเป็นคำถามที่สามารถแยกแยะส่วนย่อยๆของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่างๆว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายใด นอกจากนั้นยังมองถึงส่วนย่อยๆที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวข้องกันอย่างไรบ้าง จะเห็นว่าความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุและผลมาเกี่ยวข้องกันอยู่เสมอ และมองเข้าไปลึกถึงแก่นแท้ของเนื้อเรื่องและเหตุการณ์นั้นๆ การวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

- 1) วิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการถามให้วิเคราะห์มูลเหตุ ต้นกำเนิด ผลลัพธ์ และความสำคัญของเรื่องราวทั้งปวง ตัวคำถามจึงมักมีคำว่า ที่สุด อยู่ด้วยเสมอ ส่วนการเขียนดังกล่าวจะต้องให้เป็นตัวถูกทุกตัว แต่ให้มีตัวหนึ่งที่ถูกมากที่สุด
- 2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการถามความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องกับเหตุ เนื้อเรื่องกับผล เหตุกับผล เป็นการค้นหว่าแต่ละเหตุการณ์นั้นมีความสำคัญเกี่ยวพันกันอย่างไร
- 3) วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวนั้นว่ายึดหลักการใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ คำถามวิเคราะห์หลักการมักจะมีความคล้ายว่า ยึดหลักการใด มีหลักการใด อยู่เสมอ

Hammerman (2006) ได้กล่าวถึงการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโดยใช้คำถาม ซึ่งคำถามที่ถามจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ขึ้น ตัวอย่างคำถาม เช่น มีหลักเกณฑ์ที่เหมือนหรือแตกต่างจากตัวอย่างของนักเรียนอย่างไร ตัวอย่าง ก เหมือนหรือแตกต่างจากตัวอย่าง ข อย่างไร ความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลนี้คืออะไร นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของมโนคติที่ปรากฏในแผนภาพหรือผังกราฟิกได้อย่างไร เป็นต้น

ศักดิ์ชัย หิรัญรักษ์ (2556) ได้กล่าวถึงการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยการตั้งคำถาม ซึ่งคำถามที่ช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดในขั้นการวิเคราะห์ เช่น หน้าที่ของตัวอย่าง ก คืออะไร คนอื่นๆเชื่ออย่างไร มีความสัมพันธ์กันอย่างไร จากข้อสรุป อะไรใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุน อะไรเป็นหลักฐานสนับสนุนที่มีความสำคัญน้อยที่สุด เป็นต้น

Watson และ Glaser (มปป.) เสนอวิธีการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ของ Watson-Glaser ซึ่งเป็นการวัดความสามารถในการวินิจฉัยและสรุปผลอย่างมีเหตุผล แบบทดสอบนี้ประกอบไปด้วย 5 ส่วน ได้แก่

- 1) การสันนิษฐาน มีการกำหนดสถานการณ์และชุดของข้อสันนิษฐานมาให้ แล้วนักเรียนต้องตัดสินใจว่าข้อสันนิษฐานใดสมเหตุสมผลและข้อสันนิษฐานใดไม่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของสถานการณ์ที่กำหนดให้
- 2) การวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง มีการกำหนดเนื้อเรื่องและชุดข้อโต้แย้งให้ นักเรียนต้องประเมินข้อโต้แย้งแต่ละอันว่าเป็นข้อโต้แย้งที่ แข็งหรือเป็นข้อโต้แย้งที่อ่อน โดยพิจารณาถึงความสัมพันธ์กับข้อคำถาม ถ้าข้อโต้แย้งนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคำถาม แสดงว่าข้อโต้แย้งนั้นเป็นข้อโต้แย้งที่ แข็ง
- 3) การนิรนัย มีการกำหนดข้อความมาให้ แล้วให้นักเรียนประเมินชุดนิรนัยที่กำหนดให้บนพื้นฐานของข้อความที่ให้ ถ้ามีนิรนัยที่ไม่สามารถอนุมานสถานการณ์จากข้อความที่กำหนดให้ได้ถือว่านิรนัยนั้นไม่สอดคล้องกับข้อความที่กำหนดให้
- 4) การวินิจฉัย มีการกำหนดข้อความในเนื้อเรื่อง และให้ชุดข้อวินิจฉัยที่น่าจะเป็นไปได้ จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาว่าข้อวินิจฉัยแต่ละอันจริง ไม่จริง อาจจะจริง อาจจะไม่จริง หรือข้อมูลไม่เพียงพอ บนพื้นฐานของข้อมูลในข้อความที่กำหนดให้

5) การแปลความหมายข้อมูล มีการกำหนดข้อมูลให้ 1 ย่อหน้า และชุดข้อสรุปที่อาจเป็นไปได้ นักเรียนต้องแปลความหมายข้อมูลในย่อหน้า และตัดสินใจเกี่ยวกับข้อสรุปแต่ละข้อบนพื้นฐานของข้อมูลที่กำหนดให้

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบอัตนัย ข้อคำถามจะวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 5 ด้าน ได้แก่ 1.ความสามารถในการเข้าคู่ (Matching) เป็นคำถามที่ให้นักเรียนระบุความเหมือนและความแตกต่างขององค์ประกอบของข้อมูล 2.ความสามารถในการจำแนก (Classifying) เป็นคำถามที่ให้นักเรียนจัดการข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่อย่างมีความหมาย 3.ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Analyzing Errors) เป็นคำถามที่ให้นักเรียนให้เหตุผล เชิงตรรกะ หรือความถูกต้องของข้อมูล 4.ความสามารถในการลงข้อสรุป (Generalizing) เป็นคำถามที่ให้นักเรียนสร้างข้อสรุปใหม่จากข้อมูลที่มีหรือที่สังเกตได้ 5.ความสามารถในการกำหนด (Specifying) เป็นคำถามที่ให้นักเรียนคาดการณ์เกี่ยวกับสิ่งที่จะเกิดขึ้นหรือสิ่งที่จำเป็นในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารรอบตัว ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ที่วัดได้จากการใช้เครื่องมือในการวัดโดยเน้นพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ได้แก่ ด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านการนำความรู้ไปใช้

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2545) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า อันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่าน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความสามารถในการรับรู้เนื้อหาวิชาที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน ที่วัดได้จากการใช้เครื่องมือในการวัด

2.5.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Klinckmann (1963, อ้างใน Doran, 1960) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าสามารถใช้แบบวัด BSCS Test Grid Category ซึ่งเป็นรูปแบบของการสร้างแบบทดสอบในหลักสูตรชีววิทยา ซึ่งแยกวัดเป็น 4 ส่วน ได้แก่

- 1) ความสามารถในการจำและเข้าใจ
- 2) ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
- 3) ความสามารถในการใช้ทักษะเกี่ยวกับความเข้าใจในปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- 4) ความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับองค์ความรู้

Bloom และคณะ (1971) ได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจำแนกตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษา ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

- 1) ด้านความรู้ (Cognitive Domain) เป็นการวัดด้านความรู้ซึ่งได้แก่ ความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำความรู้ไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation)
- 2) ด้านเจตคติ (Affective Domain) เป็นการวัดด้านความรู้สึก ความสนใจ ความซาบซึ้ง ของนักเรียนต่อวิชาเรียน
- 3) ด้านทักษะกระบวนการ (Psycho-Motor Domain) เป็นการวัดด้านกระบวนการ ซึ่งก็คือความชำนาญในการปฏิบัติ สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง

Kolpfer (อ้างใน พิมพ์พันธ์์ เดชะคุปต์, 2545) ได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านวิชาการ โดยวัดจากพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1.ด้านความรู้ 2. ด้านความเข้าใจ 3. ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 4. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

- 1) พฤติกรรมด้านความรู้ เป็นพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำเรื่องต่างๆที่ได้รับจากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่าน การฟัง ความรู้นี้แบ่งย่อยออกเป็น 9 ประเภท ได้แก่ 1.ความรู้เกี่ยวกับความจริง 2.ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ 3.ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎ 4.ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง 5.ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอน 6.ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่ง

ประเภทของสิ่งต่างๆ 7.ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ 8.ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์ 9.ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี

2) พฤติกรรมด้านความเข้าใจ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1.ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่างๆ 2.ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้

3) พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4) พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนคติ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

2.5.3 ประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิมพ์พันธุ์ เชนะคุปต์ (2545) ได้กล่าวถึงประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามการตอบ ได้แก่ แบบทดสอบปรนัย และแบบทดสอบอัตนัย

1) แบบทดสอบปรนัย แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ แบบถูก-ผิด แบบจับคู่ แบบเติมคำหรือข้อความให้สมบูรณ์ และแบบเลือกตอบ

2) แบบทดสอบแบบอัตนัย เป็นการตอบแบบความเรียง นักเรียนสามารถเขียนคำตอบตามความเข้าใจของนักเรียน

เกียรติสุดา ศรีสุข (2552) ได้กล่าวถึงประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจำแนกตามคำตอบ ได้แก่ แบบทดสอบที่เลือกจากคำตอบที่มีไว้ให้ และแบบทดสอบที่เขียนคำตอบจากความรู้เดิม

1) แบบทดสอบที่เลือกจากคำตอบที่มีไว้ให้ (Recognition) ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบถูก-ผิด แบบจับคู่

2) แบบทดสอบที่เขียนคำตอบจากความรู้เดิม (Recall) ได้แก่ แบบเติมคำให้สมบูรณ์ แบบตอบสั้น และแบบความเรียง

ศิริชัย กาญจนวาสิ (2552) ได้กล่าวถึงประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจำแนกตามรูปแบบการตอบ ได้แก่ แบบทดสอบประเภทเสนอคำตอบ และแบบทดสอบประเภทเลือกคำตอบ

1) แบบทดสอบประเภทเสนอคำตอบ ได้แก่ แบบสอบความเรียง ซึ่งสามารถแยกย่อยออกได้เป็น แบบสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ และแบบสอบความเรียงจำกัดคำตอบแบบสอบแบบตอบสั้น แบบสอบแบบเติมคำ

2) แบบทดสอบประเภทเลือกคำตอบ ได้แก่ แบบสอบแบบถูก-ผิด แบบสอบแบบจับคู่ แบบสอบแบบหลายตัวเลือก

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ Bloom และคณะ (1971) ด้านความรู้ (Cognitive Domain) ได้แก่ ความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำความรู้ไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation) ซึ่งใช้แบบทดสอบรูปแบบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารรอบตัว ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

บัวลอย อุ่นนันทาส (2550) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการคิดเชิงวิเคราะห์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนน้ำดิบวิทยาคม อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน จำนวน 39 คน ผลการศึกษาพบว่า คะแนนความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการคิดเชิงวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการคิดเชิงวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุธารพิกค์ โนนศรีชัย (2550) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนร่องคำ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่

การศึกษากาพสินธุ์ เขต 1 จำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่าด้านการคิดวิเคราะห์หวิชาชีววิทยามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 76.19 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นักเรียนมีความคิดเห็นต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) โดยภาพรวม เห็นด้วยอยู่ในระดับ “มาก” ($\bar{X}=4.02$)

จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพุกฤษ (2551) ได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 90 คน ผลการศึกษพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภัทรตรา กุลยะ (2551) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูไข่มโนมดิฐปัทวีที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนคลองทรงกระเทียม สำนักงานเขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร จำนวน 71 คน ผลการศึกษพบว่า 1.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยครูไข่มโนมดิฐปัทวีมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ 2.นักเรียนชายมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สูงกว่านักเรียนหญิง 3.ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ ส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

เจริญสุข คงชาติ (2552) ได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการ

เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้บทเรียนการรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552
จำนวน 50 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้บทเรียนการรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อน
เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้บทเรียนการรู้หลังเรียนสูง
กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุบล อรรถแสง (2553) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเรา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดย
ใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัญจาคีรี
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 2 จำนวน 44 คน ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนา
กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนมีความสนใจ ใฝ่รู้ กระตือรือร้น
ตั้งใจเรียนมากขึ้น กล้าแสดงออก นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์และเรียนรู้ด้วยตนเอง มีผลทำให้เกิดการ
พัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ วิชา
วิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเรา มีนักเรียนจำนวน 32 คน จากทั้งหมด 44 คน คิดเป็นร้อยละ 72.73
ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง
ร่างกายของเรา มีนักเรียนจำนวน 33 คน จากทั้งหมด 44 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ
70 ของคะแนนเต็ม

ปิยะมาศ อาหาญ (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และ
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ
บูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชลาดกระบัง เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน ผล
การศึกษาพบว่า 1.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบ
เสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูง
กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา
ความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .01 4.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา
ความรู้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไม่ต่างกัน 5.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณา

การมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประถมพร โคตา (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเขียนผังมโนมิต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพุทธโสธร อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวม 80 คน ผลการศึกษาพบว่า 1.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนผังมโนมิต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเขียนผังมโนมิต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ 4.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนผังมโนมิตมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 6.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเขียนผังมโนมิต มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ราตรี ประสาทเขตร (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es ที่เน้นพหุปัญญา ที่มีต่อความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดคูหาสวรรค์ จังหวัดกำแพงเพชรพบว่า 1.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es ที่เน้นพหุปัญญา มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es ที่เน้นพหุปัญญา มีความสามารถด้านการคิดสังเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สุพัชชา ปาทา (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองบัวแดงวิทยา จำนวน 70 คน ผลการศึกษาพบว่า 1.ผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4.ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 6. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ละมัย วงคำแก้ว (2555) ได้ทำการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนหนองทุ่มวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 32 คน ผลการศึกษาพบว่า 1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิกที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.01/83.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2.นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนโดยใช้รูปแบบ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิก มีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.84 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5.จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (One – Way ANOVA) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์แตกต่างกัน หลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิก มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – Way ANOVA) พบว่า นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์แตกต่างกันมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง จะมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ปานกลางและต่ำ นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์แตกต่างกันมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง จะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ปานกลาง และต่ำ

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Pirooznia และคณะ (2007) ใช้ผังกราฟิกรูปแบบของเวนน์ไดอะแกรมในการเปรียบเทียบการจัดเรียงตัวของยีนในสาขาวิชาชีววิทยา เนื่องจากเวนน์ไดอะแกรมใช้ในการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปในเชิงของความสัมพันธ์

Condidorio (2010) ได้นำผังกราฟิกไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ผังกราฟิกหลายรูปแบบให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่จะใช้สอน โดยผลการศึกษาพบว่า ผังกราฟิกสามารถช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น ช่วยให้นักเรียนประมวลผลข้อมูล ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และฝึกฝนความสามารถในการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

Mercuri (2010) ทำการสำรวจการใช้ผังกราฟิกของครูสองคนที่ใช้ผังกราฟิกในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาภาษาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการสำรวจพบว่า การใช้ผังกราฟิกรูปแบบต่างๆจะช่วยให้ นักเรียนสามารถจำแนก สรุป แสดงความสัมพันธ์ของความคิด และทราบความหมายของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ยิ่งไปกว่านั้นการใช้ผังกราฟิกยังช่วยให้ครูทราบความรู้เดิมของนักเรียน และส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการพูด การเขียนของนักเรียนให้มากขึ้น สุดท้ายครูทั้งสองคนใช้ผังกราฟิกในการประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนและออกแบบหรือดัดแปลงการเรียนการสอนตามความต้องการของนักเรียนได้

Golding (2011) ได้ศึกษาที่คิดวิเคราะห์โดยกระตุ้นด้วยคำถามการสืบเสาะหาความรู้ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนจะถูกฝังอยู่ในการฝึกฝนให้ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ซึ่งนักเรียนจะปรารถนาในทักษะการวิเคราะห์ของพวกเขา และพัฒนาทักษะการวิเคราะห์นี้ และเริ่มที่จะพูด กระทำ และคิดได้อย่างเดียวกับผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดวิเคราะห์ได้

Madhuria (2012) ได้ใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการส่งเสริมทักษะการคิดระดับสูงในกระบวนการวิชาภาคปฏิบัติ กิจกรรมการทดลองออกแบบตามแนวคิดการแบ่งระดับความคิดของ

Bloom ผลการศึกษาพบว่า การปฏิบัติหลังการทดลองของนักเรียนผลสะท้อนออกมาว่านักเรียนมีการเรียนรู้เชิงลึกและมีการพัฒนาด้านการคิดวิเคราะห์ที่ดีขึ้น ซึ่งอาจจะไม่ใช่ นักเรียนทุกคน แต่ทุกคนก็มีการปฏิบัติที่ดีขึ้น

Ropic และคณะ (2012) ได้นำผังกราฟิกแบบตาข่ายไปใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผังกราฟิกจะช่วยให้ นักเรียนจัดระบบข้อมูลด้วยภาพในการส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนจะใช้การคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า และการสรุป ผังกราฟิกจะช่วยนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการคิดเหล่านี้ได้โดยการจัดระบบข้อมูลว่าสัมพันธ์กันอย่างไร

Mitchell และ Hutchinson (2013) ได้นำผังกราฟิกไปใช้ในการพัฒนาด้านปัญญาของนักเรียน โดยใช้ผังกราฟิกรูปแบบต่างๆ ได้แก่ ผังมโนคติ ช่วยในการกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ เพราะนักเรียนจะสามารถเห็นถึงความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของความคิด และยังสามารถใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะที่แตกต่างและคุณภาพของมโนคติด้วย เวนน์ไดอะแกรม ช่วยให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของมโนคติ แนวคิด หรือสถานการณ์ตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไป ตารางเมทริกซ์ ช่วยเพิ่มความสามารถของนักเรียนในการจัดกลุ่มความคิดหรือข้อมูล รูปภาพตัวเชื่อม เป็นผังกราฟิกที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจลำดับเหตุการณ์หรือความคิดได้อย่างถูกต้อง แผนผังก้างปลา ช่วยในการจัดระบบการคิดวิเคราะห์ได้อย่างละเอียดรอบคอบและได้อย่างลึกซึ้ง ผลจากการศึกษาพบว่า การที่ครูและนักเรียนใช้ผังกราฟิกในการวางแผน ระหว่างการเรียนการสอน หรือแม้แต่การประเมินผลก็ตาม การที่ครูใช้ผังกราฟิกหรือให้นักเรียนเขียนผังกราฟิกรูปแบบต่างๆนั้น จะทำให้นักเรียนเพิ่มความสามารถในการคิดด้านต่างๆ เช่น การระดมสมอง การคิดวิเคราะห์ การเปรียบเทียบเหมือนและการเปรียบเทียบข้อแตกต่าง รวมถึงการลำดับเหตุการณ์ เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved