

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 1.1 ความหมายและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 - 2.1 การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย
 - 2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ความสำคัญธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 - 3.3 องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 - 3.4 เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
4. การคิดวิเคราะห์
 - 4.1 แนวคิดและทฤษฎีการคิดวิเคราะห์
 - 4.2 ความหมายของการคิดวิเคราะห์
 - 4.3 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์
 - 4.4 เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยภายในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการแสวงหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีหัวข้อในการนำเสนอ ดังนี้

1.1 ความหมายและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) มาจากคำว่า การสืบเสาะ หรือการสืบเสาะหาความรู้ โดยมีความหมายโดยทั่วไป การสืบเสาะ คือ การค้นคว้า การแสวงหา การสืบค้นจากคำถามหรือปัญหาที่เกิดขึ้น การสืบเสาะมีความหมายที่แตกต่างกันตามคนใช้หรือบริบทที่ใช้แต่ละคนมีลักษณะหรือแนวทางของการสืบเสาะที่แตกต่างกันออกไป โดยใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลจากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ด้วยวิธีการมองเห็น ได้ยิน จับต้อง ชิม และดมกลิ่น เป็นพื้นฐานของการสืบค้นหา (กุลธิดา ท้วมสุข, 2554) ในที่นี้จะกล่าวถึงความหมายของคำว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทของผู้ใช้ทางการศึกษา ได้แก่

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทของครู หมายถึง เป็นกระบวนการที่เชื่อมโยงกันที่เริ่มจากการตั้งคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติโดยนักวิทยาศาสตร์และนักเรียน จากการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ ปรากฏการณ์นั้นเพื่อหาคำตอบนั้นและด้วยกระบวนการดังกล่าวนี้เองจึงทำให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับ แนวคิด แบบจำลอง และทฤษฎี การสืบเสาะหาความรู้ยัง หมายถึง กิจกรรมที่นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความ เข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษาสิ่งต่างๆ บนโลกนี้ได้อย่างไร (National Research Council, 1996)

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทของนักเรียน หมายถึง ความสามารถในการทำและความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยยึดหลักการว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Crawford, 2000)

วีณา ประชากุล และประสาธน์ เนื่องเฉลิม (2553) ให้ความหมายของ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุปผลออกมาเป็นหลักการ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์

จากแนวคิดข้างต้นอาจกล่าวได้ว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทของนักเรียน หมายถึง การเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงความสามารถในการทำการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ บริบทของครู หมายถึง การสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยของ ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (2553) กล่าวได้ว่า คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

การสืบเสาะหาความรู้ อาจถือได้ว่า เป็นวิธีการหรือแนวทางที่จะทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งศาสตร์อื่นๆ ด้วย โดยผ่านการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบการสังเกต การสำรวจ โดยผ่านการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งอาจเป็นกิจกรรม หรือกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบการสังเกต การสำรวจ หรือทดลองแล้วแต่สถานการณ์ไม่ว่าจะใช้กิจกรรมรูปแบบใดจะต้องมีคุณลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ 5 ประการ คือ 1) การตั้งคำถาม 2) การให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานในตอบคำถาม 3) การสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหรือหลักฐานที่มี คำอธิบายจะต้องสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐาน 4) การเชื่อมโยงคำอธิบายไปสู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5) การสื่อสารองค์ความรู้ไปยังผู้อื่นอย่างมีเหตุผล

นอกจากนี้ National Science Education Standards (NRC, 2000) ระบุลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการตั้งคำถามและการตอบคำถาม
 2. มีการสำรวจตรวจสอบจากคำถามที่สนใจศึกษา และเชื่อมโยงกับการนำเสนอข้อมูลที่มีความหมาย รวมทั้งพัฒนารูปแบบของการอธิบายให้มีความต่อเนื่องและสม่ำเสมอ
 3. การสำรวจตรวจสอบมีหลากหลายจุดประสงค์และหลากหลายวิธีการ
 4. นักวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายและตรวจสอบคำอธิบายจากการทดสอบหลักฐาน และการตั้งข้อสังเกตใหม่ ๆ ให้กับการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น
 5. นักวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกันเป็นทีม แม้จะมีความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่งจะทำให้ได้แนวคิดที่หลากหลายและแตกต่าง
 6. การใช้ความคิดสร้างสรรค์สามารถพบได้ทุกขั้นตอนของการทำงานทางวิทยาศาสตร์
 7. นักวิทยาศาสตร์ต้องมีการนำเสนอผลงานจากการศึกษาค้นคว้าต่อสาธารณชน
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ยังได้แบ่งระดับของการสืบเสาะหาความรู้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (confirmed inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันหรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้นักเรียนค้นพบ และให้นักเรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงานหรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว
2. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (directed inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและสาธิต หรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบแล้วให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีที่กำหนด
3. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษา หรือแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

4. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิดเป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบและปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

1.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. กำหนดปัญหา เป็นขั้นตอนจัดสถานการณ์หรือเรื่องราวที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตสงสัย ในเหตุการณ์หรือเรื่องราวเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนระบุปัญหาจากการสังเกตว่าอะไรคือปัญหา

2. กำหนดสมมุติฐาน เป็นขั้นตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดแล้วให้นักเรียนสรุปสิ่งที่คาดว่าจะเป็คำตอบของปัญหานั้น

3. รวบรวมข้อมูล เป็นขั้นมอบหมายให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสารหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์แล้วประเมินว่า ข้อมูลเหล่านั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือไม่ มีความถูกต้องน่าเชื่อถือเพียงไร

4. ทดสอบสมมุติฐาน เป็นขั้นให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มารวบรวมกันอภิปราย เพื่อสนับสนุนสมมุติฐาน

5. สร้างข้อสรุป เป็นขั้นให้นักเรียนสรุปว่า ปัญหานั้นมีคำตอบหรือข้อสรุปอย่างไร อาจสรุปในรูปของรายงานหรือเอกสาร

โดยมีขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งนักฟิสิกส์ชาวสหรัฐอเมริกา คือ โรเบิร์ต คาร์พลัส (Robert karplus, 1960-1969 อ้างอิงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552ข) เป็นผู้ริเริ่มคิดค้นรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning cycle) โดยได้จัดรูปแบบของวัฏจักรออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) ขั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept introduction) และการขยายความรู้ (Concept extension) ต่อมานักการศึกษาจำนวนมากได้นำแนวคิดนี้ไปจัดรูปแบบของการจัดการเรียนรู้อีกหลากหลายแบบโดยเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ได้แก่ รูปแบบของนักการศึกษาสหรัฐอเมริกา กลุ่ม Biological Science Curriculum Study หรือ BSCS (1997 อ้างอิงในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552ข) ได้นำวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเสนอขั้นตอนในการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน เรียกว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) หรือ 5Es ได้แก่ Engage Explore Explain Elaborate และ Evaluate ซึ่งมีขอบข่ายรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียนกิจกรรมจะประกอบด้วย การซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมาย

2. ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้ากับหมวดหมู่ ถ้ากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดลองการสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางปฏิบัติ

จะดำเนินไปด้วยตัวของตัวเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้น

3. ขั้นตอนอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีความรู้ที่รวบรวมแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4. ขั้นการลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นนี้จะเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการจัดการเรียนรู้ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินผลด้วยตนเอง ถึงแนวความคิดที่สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

สำหรับในประเทศไทยมีการนำรูปแบบดังกล่าวมาปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมต่างๆ ทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์หลากหลายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจในแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

สำหรับการวิจัยนี้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ซึ่งปัจจุบัน มีผู้ทำการศึกษาและนำไปพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพจำนวนมาก เน้นให้ผู้เรียน ได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและมีส่วนร่วมทุกขั้นตอนให้มากที่สุด โดยบทบาทของครูและนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่ง ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551) และสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552ข) ได้เสนอขอบข่ายรายละเอียดลักษณะกิจกรรมหรือสถานการณ์ บทบาทของครู และบทบาทของนักเรียนในรูปแบบการจัดการกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน สอดคล้องกัน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม แปลกใหม่ นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน ยั่วเย้า น่าสนใจ ใคร่รู้ เปิดโอกาสให้มีแนวทางการตรวจสอบอย่าง หลากหลาย นำไปสู่กระบวนการตรวจสอบด้วยตัวนักเรียนเอง

บทบาทของครู สร้างความสนใจอยากรู้อยากเห็น ตั้งคำถามให้นักเรียนคิด ให้ เวลาค้นคว้าคิดก่อนตอบคำถามหรือไม่เร่งรีบในการตอบคำถาม ตั้งคำถามหรือความคิดที่ยังไม่ ชัดเจน ไม่สมบูรณ์ เปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจในปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบเปิดโอกาสให้ นักเรียนเลือกหรือกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ

บทบาทของนักเรียน ตั้งคำถาม ตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น กำหนดปัญหา หรือเรื่องที่จะสำรวจตรวจสอบให้ชัดเจน แสดงความสนใจ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ นักเรียนได้เรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้ด้วย ตนเองทำงานตามความคิดอย่างอิสระ ตั้งสมมติฐานได้หลากหลาย พิจารณาข้อมูลและข้อเท็จจริงที่ ปรากฏและกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้ วางแผนทางการสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์อภิปรายเกี่ยวกับ กระบวนการสำรวจตรวจสอบ และได้ลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบ

บทบาทของครู เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ ชักถาม เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกัน ให้นักเรียนในการ คิดไตร่ตรองปัญหาและการสำรวจตรวจสอบสังเกตการณ์ทำงานของนักเรียน ฟังการโต้ตอบกันของ นักเรียน ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก

บทบาทของนักเรียน คิดอย่างอิสระและสร้างสรรค์ แต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม ตั้งสมมติฐาน พิจารณาสมมติฐานเป็นไปได้อย่างไรโดยการอภิปราย ระดมความคิดเห็นในการแก้ปัญหา ในการสำรวจตรวจสอบ ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบ ขั้นตอนถูกต้อง บันทึกการสังเกตหรือ ผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ละเอียตรอบคอบ กระตือรือร้นมุ่งมั่นในการสำรวจตรวจสอบ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบมานำเสนอในลักษณะวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล อภิปราย แล้วนำเสนอผลงานในรูปแบบ ต่างๆ เช่น รูปภาพ ตาราง แผนผัง มีการอภิปรายชักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานของ นักเรียน มีการพิสูจน์ตรวจสอบให้แน่ใจ

บทบาทของครู ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการตรวจสอบ และแนวคิดด้วยคำพูดของนักเรียนเอง ให้นักเรียนอธิบายเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิมกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยมีเหตุผล หลักการ หรือหลักฐานประกอบ ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้ อย่างถูกต้อง ชัดเจน สมเหตุสมผล

บทบาทของนักเรียน อธิบายการแก้ปัญหาหรือผลการสำรวจตรวจสอบที่ได้ อธิบายผล การสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล อธิบายแบบเชื่อมโยงสัมพันธ์และมีเหตุผล หลักการหรือหลักฐานประกอบ ฟังการอธิบายของคนอื่น แล้วคิดวิเคราะห์และอภิปรายซักถาม เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นอธิบาย

4. ขยายความรู้

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ ให้นักเรียนได้อธิบายและร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือเติมเต็ม เพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่สมบูรณ์กระจ่าง หรือลึกซึ้งขึ้นหรือขยายกรอบความรู้ความคิดให้กว้างขึ้น ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหรือทดลองเพิ่มขึ้นและนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ หรือสถานการณ์ใหม่

บทบาทของครู ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายอย่างละเอียดชัดเจน สมบูรณ์ และ อภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม หรือเติมเต็มหรือขยายแนวคิดและทักษะจากการสำรวจตรวจสอบ ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบกับความรู้อื่นๆ ร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือเติมเต็มหรือขยายกรอบความรู้ความคิด

บทบาทของนักเรียน ใช้ข้อมูลจากการสำรวจไปใช้ในสถานการณ์ของกระบวนการ และองค์ความรู้ใหม่ เชื่อมโยงความรู้กับความรู้เดิมเพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5. ขั้นประเมิน

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ มีการตรวจสอบความถูกต้องชัดเจน ความสมบูรณ์ของกระบวนการและองค์ความรู้ที่ได้โดยวิเคราะห์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน วิเคราะห์ หรืออภิปรายเพื่อเปรียบเทียบ ประเมิน ปรับปรุง หรือเพิ่มเติมทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ เปรียบเทียบ ผลการสำรวจตรวจสอบกับสมมติฐานที่กำหนดไว้

บทบาทของครู ถามคำถามเพื่อนำไปสู่การประเมิน ส่งเสริมให้นักเรียนประเมิน กระบวนการและผลงานด้วยตนเอง ให้นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในการสำรวจตรวจสอบ ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ที่ได้

บทบาทของนักเรียน วิเคราะห์กระบวนการสร้างองค์ความรู้ของตนเอง ถามคำถามที่เกี่ยวข้องจากการสังเกต หลักฐานและคำอธิบายเพื่อความถูกต้อง ชัดเจน สมบูรณ์ และอาจ นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบใหม่ ประเมินกระบวนการและองค์ความรู้ของตนเอง

สรุปว่า บทบาทหน้าที่ของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ เป็นผู้สร้างสถานการณ์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม มีหน้าที่กระตุ้น ได้รับความสนใจ และเป็นผู้อำนวยความสะดวกและช่วยชี้แนะนักเรียนจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว จะเห็นได้ว่ามีความสอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกัน ส่วนบทบาทของนักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วย

ตนเอง มีส่วนร่วมในกิจกรรมและเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม เพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้

2. การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ใหญ่ๆ ดังนี้

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย

ลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักการศึกษา ครู และผู้วิจัยทางด้านการศึกษาคือว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการ ทางด้านวิทยาศาสตร์หรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐานจะช่วยให้ผู้เรียนมี ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เอง (Khishfe and abd-El-Khalick, 2002) จากการศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบเป็นนัยไม่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กล่าวคือ นักเรียนไม่ได้ มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น เมื่อผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ หรือการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ (Khishfe and abd-El-Khalick, 2002) อธิบายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการ ทางด้านวิทยาศาสตร์ (Science process skill) หรือการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน (Inquiry-Based Approach) กับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยสอดแทรก ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ ตามความเหมาะสมของเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ และจัด กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การสังเกต หรือการเรียนรู้ที่ เน้นทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะสามารถเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ได้โดยอัตโนมัติ เมื่อผ่านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว (abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe and abd-El-Khalick, 2002) การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (Implicit) เป็นวิธีที่ไม่ได้เน้นการสอน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่เป็นการเน้นที่เนื้อหาและทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ใน ช่วงเวลาที่ผ่านมาการจัดการเรียนรู้ที่มีเป้าหมายในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนจะใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และบูรณาการสอดแทรก ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Khishfe and abd-El-Khalick (2002) ที่ศึกษาอิทธิพลของการสอนธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยเปรียบเทียบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับการ สะท้อนความคิด พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน ร่วมกับการสะท้อนความคิดสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ในขณะที่นักเรียนที่ได้รับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยไม่มีอิทธิพลต่อพัฒนาความ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ความหมายของคำว่า การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย (The Implicit Approaches) นักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้ สุธาวลัย มีศรี (2550) อธิบายไว้ว่า การจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ตรงกับลักษณะหรือหลักการของธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ แต่ไม่ให้ออกาสผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจ เช่น ไม่มีการหยิบยกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์หรืออภิปราย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทศนี พุฒนอก (2556) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย (Implicit approach) คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบซึมซับด้วยตนเองผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งมาจากการที่ครูมีความเชื่อว่าการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นผลพลอยได้ จากการที่นักเรียนทำกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้หรือเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในระหว่างกิจกรรม การเรียนรู้จึงไม่มีการบูรณาการเรื่อง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์แต่ อย่างไม่ใด ซึ่งวิธีนี้ไม่ส่งเสริมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ (Khishfe and abd-EI-Khalick, 2002) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ครูมีความเชื่อว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้เรื่อง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มาจากการเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมที่ทำในชั้นเรียน วิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ แบบเป็นนัย หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้สถานการณ์ที่สร้างขึ้นหรือเหตุการณ์ที่ผู้เรียนเกิดความสนใจ หรือสงสัย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิธีการและนักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบซึมซับด้วยตนเองผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ใช้ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมิน

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาและ นักวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ เสนอแนวคิดว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ควรมีการบ่งชี้แนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้ออกมาอย่างชัดเจน และครูมีบทบาทในการกระตุ้นเร้าความสนใจให้นักเรียนได้แสดงความ เข้าใจของตนต่อแนวความคิดเหล่านั้นออกมา เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงแนวคิดที่ตนมีต่อธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์และพัฒนาให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้แนว กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Lederman, 1998) และมีความสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit and reflective approach) ของ สุธาวลัย มีศรี (2550) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์บ่งชี้ชัดเจน (The Explicit Approaches) คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดกิจกรรมและ ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจ โดยการตั้งคำถาม อภิปราย หรือนำเสนอเกี่ยวกับหลักการหรือลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อย่างชัดเจนในบทเรียนซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะที่สำคัญ คือ 1) มีการระบุ

จุดประสงค์การเรียนรู้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างชัดเจน 2) มีการบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาอย่างชัดเจนมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเน้นการยกประเด็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขึ้นมาให้นักเรียนพิจารณาและกระตุ้นเร้าความสนใจให้นักเรียนได้แสดงแนวความคิดของตนเองออกมา เพื่อให้ตระหนักถึงแนวคิดเดิมของตน และเชื่อมโยงแนวคิดใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ และ 3) มีการวัดและประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยดูจากการที่นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น การพูด ตอบคำถาม การอภิปราย การตอบแบบวัด รวมทั้งการแสดงผลกิจกรรมระหว่างปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ศึกษารวบรวมงานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจหรือมีมุมมองที่เหมาะสมเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่า มีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ดังนี้ ในการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อ อุปกรณ์ และการวัดประเมินผลการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย เพื่อการจัดการเรียนรู้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้เรื่องราวต่างๆ เป็นสื่อในการเรียนรู้ เช่น เรื่องราวเกี่ยวกับประวัติศาสตร์และประเด็นข้อถกเถียงต่างๆ เกี่ยวกับการใช้วิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ในการอภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แล้วสะท้อนความเข้าใจต่อกระบวนการและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมที่ได้ทำ เช่น การทำกิจกรรมคิดและปฏิบัติ การทำกิจกรรมปฏิบัติการทดลองและการทำกิจกรรมตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เช่น วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ การสืบเสาะหาความรู้โดยกระตุ้นด้วยคำถามและมีแนวทางการสืบเสาะค้นหา ในการหาคำตอบและการสืบเสาะหาความรู้โดยให้นักเรียนออกแบบและทำการสืบเสาะหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเองในการจัดการเรียนรู้ตามวิธีนี้ Crowther et al. (2005) เสนอว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกฝังอยู่ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่แล้ว ครูควรมีการแนะนำว่า การอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูควรรวบรวมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน และเชื่อมโยงการอภิปรายประเด็นหนึ่งสู่อีกประเด็นหนึ่งอย่างเหมาะสม ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นต่างๆ ควบคู่กันไป กระบวนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนนี้ ทำให้ครูสามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการที่นักเรียนรู้สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ทำทุกวันจากในโทรทัศน์และหนังสือพิมพ์

การวิจัยครั้งนี้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลักษณะ คือ ใช้แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน และบูรณาการหรือสอดแทรกแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง การสืบค้นข้อมูล เป็นต้น ในการทำกิจกรรมเรื่อง สารละลาย มีการบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาอย่างชัดเจนมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ เน้นการหยิบยกประเด็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขึ้นมาให้นักเรียนพิจารณา และกระตุ้นเร้าความสนใจให้นักเรียนได้แสดงแนวความคิดของตนเองออกมา มีการวัดและประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยพิจารณาจาก

นักเรียนแสดงแนวคิดของตนออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น การตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็น การอภิปราย การตอบแบบวัด รวมทั้งการแสดงพฤติกรรมระหว่างการใช้ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ใช้ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการสอดแทรกแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นต่างๆ ตามความเหมาะสม มีรายละเอียดแต่ละชั้น ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูใช้คำถาม สถานการณ์ หรือสื่อต่างๆ กระตุ้นเร้าความสนใจ สงสัยประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ครูใช้คำถามในการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน หากพบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ ผู้สอนจะแก้ไข โดยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจ ก่อนจะเริ่มกิจกรรมในขั้นต่อไป
2. ขั้นสำรวจและค้นหา(exploration) นักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจ อยากรู้หรือครูกำหนดให้ แล้วออกแบบการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ และลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ เพื่อรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป ซึ่งผู้สอนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบาย การตีความจากหลักฐานที่มาจากการสำรวจตรวจสอบ และชี้ให้นักเรียนเข้าใจว่าการอธิบายหรือการตีความจากการใช้การคาดเดา ความเชื่อ เพศ ศาสนา เป็นต้น สามารถเกิดขึ้นได้และคำอธิบายเหล่านี้ไม่ใช่คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้สอนมีบทบาทในการให้คำปรึกษา ชี้แนะ และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน
3. ขั้นอธิบาย (explanation) นักเรียนนำข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ แปลผล และสรุป แล้วนำเสนอพร้อมคำอธิบายในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ แผนผัง ตาราง เป็นต้น ขั้นนี้เน้นการอธิบายหรือผลงานที่นำเสนอต้องมีการอ้างอิงเอกสารและหลักฐานสามารถตรวจสอบได้ และให้นักเรียนตรวจสอบว่าคำอธิบายของตนสอดคล้องหรือขัดแย้งกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่กลุ่มอื่นตรวจสอบมาหรือไม่ หากนักเรียนมีข้อสงสัย หรือมีคำถามที่ไม่สามารถอธิบายได้ ครูจะอธิบายเพิ่มเติมให้กับนักเรียนในประเด็นเหล่านั้น
4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) นักเรียนเพิ่มเติมความรู้ใหม่ให้ชัดเจน โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่างๆ ทำให้เกิดความรู้มากขึ้น ครูหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้นักเรียน โดยกระตุ้นหรือใช้สถานการณ์เรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เกี่ยวกับเนื้อหา หรือยกตัวอย่างกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติมา เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักและชัดเจนในลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่แฝงอยู่ในกิจกรรมได้ทำทุกขั้นตอน ส่งเสริมให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจของนักเรียนผ่านการตอบคำถาม การอภิปรายแสดงความคิดเห็น การนำเสนอ และให้นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

5. ขั้นสรุปและประเมินผลสิ่งที่เรียนรู้ (evaluation) ครูกับนักเรียนร่วมกันสรุปและประเมินสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ โดยใช้เครื่องมือประเมินที่หลากหลาย เช่น ตอบคำถาม การอภิปราย ใบงาน การตอบแบบวัด การเขียนอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ เป็นต้น

สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พิจารณาตามแนวทางดังนี้ ระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ตามแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ มีการบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาอย่างชัดเจนมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเน้นการยกประเด็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขึ้นมาให้นักเรียนพิจารณาและ

กระตุ้นเร้าความสนใจให้นักเรียนได้แสดงแนวความคิดของตนออกมา เพื่อให้ตระหนักถึงแนวคิดเดิมของตน และเชื่อมโยงแนวคิดใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ มีการวัดและประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยดูจากการที่นักเรียนแสดงแนวความคิดของตนออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น ตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็น การอภิปราย การตอบแบบวัด รวมทั้งการแสดงพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

3. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้หลายความหมายทั้งความหมายที่สอดคล้องเป็นแนวเดียวกันและความหมายที่แตกต่างกัน

Lederman et al. (2002) ให้ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการอ้างถึงญาณวิทยาและสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ในฐานะวิธีแห่งความรู้หรือค่านิยม และความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้และพัฒนารององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

McComas (2004) ให้ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่ามีลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงคุณค่าและข้อตกลงตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากศาสตร์สาขาอื่นและความเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์กับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ปรัชญาวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาของวิทยาศาสตร์

กุศลีน มุสิกกุล (2551) ให้ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ เป็นค่านิยม ข้อสรุป แนวคิด หรือคำอธิบายที่บอกความหมายของวิทยาศาสตร์ กระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ของงานด้านวิทยาศาสตร์กับสังคม แนวคิดหรือคำอธิบายที่ผสมผสานกลมกลืนอยู่ในวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการมองในเชิงปรัชญาเกี่ยวกับการกำเนิดธรรมชาติ วิธีการ และขอบเขตของความรู้ของมนุษย์ (Epistemology) และในเชิงสังคมวิทยา (Sociology)

โดยสรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ มีลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากศาสตร์สาขาอื่น เป็นค่านิยม ความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้และพัฒนารององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดหรือคำอธิบายที่ผสมผสานกลมกลืนอยู่ในวิทยาศาสตร์ รวมถึงการมองในเชิงปรัชญาปรัชญาวิทยาศาสตร์ เชิงสังคมวิทยา และจิตวิทยาของวิทยาศาสตร์

3.2 ความสำคัญธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไม่ได้ถูกกำหนดไว้ในเอกสารมาตรฐานการจัดการเรียนรู้ Benchmarks ของสหรัฐอเมริกาเท่านั้น ในหลายๆ รัฐของประเทศสหรัฐอเมริกาก็ได้กำหนดให้สอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์เช่นกัน นอกจากนี้ยังมีเอกสารที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ในลักษณะเดียวกันนี้เกิดขึ้นตามมาในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษแคนาดา (McComas,

1998) รวมทั้งประเทศไทยที่ปรากฏคำว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้อย่างชัดเจนครั้งแรก ในสาระการเรียนรู้ที่ 8 ซึ่งระบุว่า “ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์กัน ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เหตุผลของการให้ความสำคัญกับความ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์ศึกษามีความเข้าใจว่า ความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของ วิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน โดยกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า ให้ผู้เรียน เข้าใจขอบเขตธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและ กัน สามารถนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และต่อการดำรงชีวิตจะช่วยให้เป็นบุคคลที่สามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สร้างความรู้ใหม่ ซึ่ง นำไปสู่การพัฒนาสังคมให้เจริญก้าวหน้าไปกับความเจริญของเทคโนโลยี นอกจากนี้ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในเอกสาร สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552ก) ว่าความเข้าใจต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดหลักสูตร และ กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตั้งแต่ราวปลายทศวรรษโดยนักการศึกษาเริ่มตระหนักว่า การเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนได้เรียนรู้จักกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์เป็นทั้งองค์ ความรู้และกระบวนการในการสร้างองค์ความรู้ ดังนั้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน จึงต้องมุ่งทำ ความเข้าใจธรรมชาติของโลกควบคู่กับการทำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นั่นคือ มีความ เข้าใจในความรู้ทางวิทยาศาสตร์พร้อมกับเข้าใจขั้นตอนกระบวนการทำงานทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้ง ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ซึ่งนับเป็นจุดสำคัญที่ทำให้เกิดแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมต่างๆ เช่น กิจกรรมคิดและปฏิบัติ กิจกรรมปฏิบัติการในห้องทดลอง และกิจกรรมตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะต่างๆ

สรุปได้ว่า ความสำคัญธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น เป็นส่วนสนับสนุนการรู้ วิทยาศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งยังระบุไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ซึ่งเป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.3 องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

AAAS (1993) แบ่งธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ โลกทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแนวทาง ดังกล่าวถูกนำมาเป็นต้นแบบและการอ้างอิงของการพัฒนาหลักสูตรระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้ง หลักสูตรแกนกลาง สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทยอีกด้วย ในการวิจัยครั้งนี้พิจารณาธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ ในแง่ของลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของสมาคมครู วิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกา ดังต่อไปนี้

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (scientific worldview)

สมาคมครูวิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกาได้รวบรวม แนวคิดของนักปรัชญาทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเชื่อหรือแนวคิดและเจตคติเกี่ยวกับงานที่นักวิทยาศาสตร์ทำว่ามันคืออะไร และเป็นอย่างไรโดยเรียกว่า โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแนวคิดเกี่ยวกับโลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 ประเด็น ดังนี้

1.1 โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ กล่าวคือ ปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลก หรือในจักรวาลที่เกิดขึ้นตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เชื่อว่า ปรากฏการณ์ต่างๆ นั้นเกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนแน่นอน (pattern) เป็นสิ่งที่สามารถเข้าใจได้โดยอาศัยกระบวนการทางปัญญาและการใช้กระบวนการคิด มีวิธีการศึกษาที่เป็นระบบอย่างละเอียดรอบคอบ ที่มีการใช้ประสาทสัมผัสและเครื่องมือต่างๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ความเข้าใจว่าปรากฏการณ์ต่างๆ มีความเป็นแบบแผนแน่นอน สามารถอธิบายลักษณะเฉพาะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการศึกษาถือว่าเป็นความรู้ส่วนหนึ่งที่สามารถนำไปปรับใช้ได้กับความรู้ของจักรวาลทั้งระบบ

1.2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จากการสังเกตครั้งใหม่ อาจจะได้ข้อมูลที่ท้าทายกับทฤษฎีเดิมที่มีอยู่ แม้ว่าทฤษฎีจะเกิดขึ้นจากการอธิบายเหตุการณ์ที่มาจากการสังเกตหลายๆ เหตุการณ์จำนวนหนึ่งหรือขอบเขตหนึ่งแล้วก็ตาม แต่เป็นไปได้ว่าอาจจะมีทฤษฎีอื่นที่สามารถอธิบายการสังเกตเหตุการณ์เหล่านั้นได้ดีกว่าหรือสามารถอธิบายการสังเกตในขอบเขตที่กว้างกว่าก็เป็นไปได้ ดังนั้นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งใหม่และเก่าสามารถถูกทดสอบ พิสูจน์และยกเลิกได้ตลอดเวลา ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงสามารถเปลี่ยนแปลงได้

1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคงทน (durable) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะเป็นไปในแบบของการปรับปรุงแก้ไขมากกว่าการยกเลิกซึ่งถือว่าเป็นเรื่องปกติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะของการพัฒนาที่ผ่านการศึกษาอย่างละเอียดถูกต้องแม่นยำจนกลายเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในแวดวงของนักวิทยาศาสตร์ หรือในสังคมวิทยาศาสตร์ (scientific community)

2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

โดยทั่วไปวิทยาศาสตร์ทุกสาขาจะอยู่บนพื้นฐานของหลักฐาน สมมติฐาน และทฤษฎี ประกอบกับการใช้เหตุผลเชิงตรรกะแต่อย่างใดก็ตาม นักวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของปรากฏการณ์ที่สนใจ การสำรวจตรวจสอบ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีและข้อมูลที่มีอยู่เดิม และข้อค้นพบจากการทดลองทั้งที่เป็นวิธีการเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ดังนี้

2.1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน หลักฐานที่เป็นที่มาของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ อาจจะได้มาจากการสังเกต การวัดตามธรรมชาติ สถานการณ์จริง หรือจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จึงต้องอาศัยการพัฒนาเครื่องมือ เทคนิคและเทคโนโลยี เพื่อการสังเกตเก็บข้อมูลได้แม่นยำมากขึ้น และอาศัยข้อค้นพบจากการสืบสวนสอบสวนของนักวิทยาศาสตร์หลายๆ ท่าน เพื่อเป็นการยืนยันหรือคัดค้านข้อสนับสนุนของการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน

2.2 วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการจินตนาการ และความคิดทำให้เกิดการตั้งสมมติฐานและทฤษฎี ซึ่งข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องสอดคล้องกับ

หลักการของการให้เหตุผลเชิงตรรกะที่เชื่อมโยงหลักฐาน เข้ากับข้อสรุป หมายถึง ข้อความรู้นั้นต้องมีการทดสอบความเที่ยงตรงสมเหตุสมผลโดยการนำไปตีความ ประยุกต์ใช้เข้าไปอ้างอิงไปยังสิ่งอื่นๆ สาธิต และนำไปตัดสินในเบื้องต้น นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะไม่เห็นด้วยกับหลักฐานใดหลักฐานหนึ่งเพียงอย่างเดียวแต่จะเชื่อมั่นในการใช้เหตุผลเชิงตรรกะที่เชื่อมโยงหลักฐานเข้ากับข้อสรุปมากกว่า

2.3 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกต โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ ซึ่งความน่าเชื่อถือของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาจากความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์ที่ไม่เคยค้นพบมาก่อน วิทยาศาสตร์ยังให้ความสำคัญกับการทำนายซึ่งอาจเป็นได้ทั้งการทำนายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ในอนาคตหรือในอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบหรือศึกษามาก่อน

2.4 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง การรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีความถูกต้องแม่นยำปราศจากความลำเอียง บางครั้งหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากความลำเอียงอันเกิดจากตัวผู้สังเกต กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ การตีความหมายหรือการรายงานข้อมูล โดยเฉพาะความลำเอียงอันเกิดมาจากนักวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจมาจากเพศ อายุเชื้อชาติ ความรู้และประสบการณ์เดิม หรือความเชื่อ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถกำจัดหรือหลีกเลี่ยงความลำเอียงได้ทั้งหมด แต่นักวิทยาศาสตร์ก็ต้องการทราบถึงแหล่งที่มาและผลของความลำเอียงที่อาจมีต่อหลักฐานที่ได้

2.5 วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น นักวิทยาศาสตร์คนไหนไม่ว่าจะมีชื่อเสียงหรือตำแหน่งหน้าที่การงานสูงเพียงใดที่จะมีอำนาจตัดสินว่าอะไรคือความจริงหรือมีสิทธิพิเศษในการเข้าถึงความจริงมากกว่าคนอื่นๆ เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบจะต้องพิสูจน์ตัวเองด้วยความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์หนึ่งๆ ได้ดีกว่าแนวคิดที่มีอยู่เดิม

3. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่มีหลายมิติ เป็นทั้งรายบุคคล สังคมและสถาบัน มีความสำคัญมากเนื่องจากทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างอดีตและปัจจุบันเป็นอย่างมาก โดยระบุถึงกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

3.1 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน เป็นกิจกรรมที่อยู่ภายใต้ระบบสังคมของมนุษย์เกี่ยวข้องกับบุคคลหลากหลายทั้งชาย และหญิง ทุกเชื้อชาติ สัญชาติและดำเนินการหลายอย่างทั่วโลก ดังนั้นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จึงอาจได้รับการสนับสนุน หรือถูกขัดขวางด้วยปัจจัยต่างๆ ทางสังคม เช่น ประวัติศาสตร์ ศาสนา ค่านิยม รวมทั้งสังคมและวัฒนธรรมก็เป็นตัวกำหนดทิศทางของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และโครงสร้างของการศึกษาวิจัยก็อยู่ในรูปของคณะกรรมการเพื่อสนับสนุนทุนวิจัยต่างๆ

3.2 วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่างๆ และมีการดำเนินการในหลายองค์กร กล่าวคือ กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นการรวบรวมความรู้ที่หลากหลายของศาสตร์สาขาต่างๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านประวัติศาสตร์ ปรากฏการณ์ที่ศึกษาเป้าหมายและเทคนิควิธีการที่ใช้การทำงานที่แยกออกเป็นสาขาต่างๆ มีประโยชน์ในการจัดโครงสร้างการทำงานและข้อค้นพบ แต่แท้ที่จริงแล้วไม่มีเส้นแบ่งหรือขอบเขตระหว่างสาขาต่างๆ โดยสิ้นเชิง ดังจะเห็นได้จากสาขาใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นที่แสดงถึงการเชื่อมโยงระหว่างสาขา

3.3 วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป เช่น ความซื่อสัตย์ ในการบันทึกข้อมูล ความมีใจกว้าง เป็นต้น ในบางครั้งความต้องการได้รับการยกย่องว่าเป็นคนแรก ที่ค้นพบความรู้ใหม่อาจทำให้นักวิทยาศาสตร์ก้าวไปในทางที่ผิดได้ เช่น การบิดเบือนข้อมูลหรือ ขัดค้นพบ เป็นต้น จรรยาบรรณอีกด้านที่สำคัญคือ จรรยาบรรณในการทดลองกับสิ่งมีชีวิต สัตว์ทดลองจะต้อง มีสิทธิที่ได้รับการดูแลให้มีสุขภาพที่ดี มีความสบาย โดยเฉพาะในกรณีที่ต้องทำการทดลองกับมนุษย์ แม้ว่าจะได้รับการยินยอมจากกลุ่มตัวอย่างแล้วก็ตาม กลุ่มตัวอย่างจะต้องได้รับข้อมูลที่เป็นความจริง เกี่ยวกับการทดลองนั้น สิทธิประโยชน์ ข้อจำกัด และความเสี่ยง ที่จะเกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคต รวมทั้งสามารถเข้าร่วมและออกจากการศึกษาหรือการวิจัยได้ตามความต้องการ

3.4 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและประชาชน คนหนึ่ง ในบางครั้งนักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ทักษะ และประสบการณ์เฉพาะทาง แต่ในบางครั้งก็เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะประชาชนคนหนึ่ง ที่มีมุมมอง ความสนใจ ค่านิยม และความเชื่อส่วนตัว

งานวิจัยนี้เลือกประเด็นที่ต้องการศึกษาซึ่งครอบคลุมลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ดังนี้ 1) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ประเด็นที่ศึกษา 3 ประเด็น คือ โลกคือ สิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มีความคงทน 2) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ประเด็นที่ศึกษา 4 ประเด็น คือ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่าง ธรรมชาติศาสตร์และจินตนาการ วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและทำนาย นักวิทยาศาสตร์พยายามระบุและ หลีกเลี่ยงความลำเอียง 3) กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยประเด็นที่ศึกษา 2 ประเด็น คือ วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกัน โดยทั่วไป

3.4 เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการทบทวนวรรณกรรม ซึ่งมีการพัฒนาการประเมินเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับมุมมองหรือความเข้าใจลักษณะ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนและมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น โดย Lederman (2007) ได้รวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช้ตั้งแต่ทศวรรษ ที่ 1954 แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เครื่องมือประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
1954	Science Attitude Questionnaire	Wilson
1958	Facts About Test (FAST)	Stice
1959	Science Attitude Scale	Allen
1961	Test on Understanding Science (TOUS)	Cooley & Klopfer
1962	Processes of Science Test	BSCS

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
1966	Inventory of Science Attitude, Interests and Appreciations	Swan
1966	Science Process Inventory (SPI)	Welch
1967	Wisconsin Inventory of Science Processes (WISP)	Scientific Literacy Research Center
1968	Science Support Scale	Schwirian
1968	Nature of Science Scale (NOSS)	Kimball
1969	Test on the Social Aspects of Science (TSAS)	Korth
1970	Science Attitude Inventory (SAI)	Moore & Sutman
1974	Science Inventory (SI)	Hungerford & Walding
1975	Nature of Science Test (NOST)	Billeh & Hasan
1975	Views of Science Test (VOST)	Hillis
1976	Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)	Rubba
1978	Test of Science – Related Attitudes (TOSRA)	Fraser
1980	Test of Enquiry Skills (TOES)	Fraser
1981	Conception of Scientific Theories Test (COST)	Cotham & Smith
1982	Language of Science (LOS)	Ogunniyi
1987	Views on Science – Technology – Society (VOSTS)	Aikenhead, Fleing & Ryan
1990	Views of Nature of Science A (VNOS-A)	Lederman & O'Malley
1992	Modified Nature of Scientific Knowledge Scale (MNSKS)	Meichtry
1995	Critical Incidents	Nott & Wellington
2000	Views of Nature of Science C (VNOS-C)	Abd-El-Khalick, Bell & Lederman
2002	Views of Nature of Science D (VNOS-D)	Lederman & Khishfe
2004	Views of Nature of Science E (VNOS-E)	Lederman & Ko

ที่มา : Lederman, N.G. (2007). “Nature of Science: Past, Present, and Future” In Abell, S.K. and Lederman, N.G.(ed), *Handbook of Research on Science Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 831–880.

เนื่องจากเครื่องมือวัดมุมมองหรือความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัย ในช่วงแรกเครื่องมือยังไม่มีการอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับมุมมองหรือความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยในปัจจุบันจึงพยายามพัฒนาให้ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพมากขึ้น เช่น เครื่องมือประเภทแบบสอบถาม ที่นิยมใช้ในงานวิจัย ซึ่งลักษณะของเครื่องมือวัดมุมมองหรือความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้ (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, Renee, and Schwarts, 2002)

1. Paper and Pencil Test

เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นข้อคำถาม ให้แสดงความคิดเห็น (เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย) ข้อความให้เลือกถูกผิด หรือเป็นตัวเลือกมากกว่า 2 ตัวเลือก โดยเครื่องมือลักษณะดังกล่าวมีข้อจำกัดในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Lederman, 2002) คือ ข้อแรก เครื่องมือชนิดนี้ อาจมาจากการสันนิษฐานว่าผู้ตอบมีความเข้าใจหรือไม่เข้าใจ แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเข้าใจอย่างไรข้อที่สอง คุณภาพของเครื่องมือยังเป็นที่ยังสงสัยของนักการศึกษา เนื่องจากกระบวนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพทำโดยผู้วิจัย ข้อที่สาม เครื่องมือชนิดนี้ไม่สามารถให้ข้อมูลที่นำมาอธิบายมุมมองหรือความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงลึกได้

2. Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS-A)

เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลในเชิงลึก มีลักษณะเป็นแบบปลายเปิดมักใช้ควบคู่กับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดย Lederman & O'Malley พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1990 ประกอบด้วย ข้อคำถาม 7 ข้อ ใช้ควบคู่กับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการอธิบายมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในประเด็นดังต่อไปนี้

- 2.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
- 2.2 การสังเกตและการลงข้อสรุป
- 2.3 จิตนาการและความคิดสร้างสรรค์
- 2.4 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้
- 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างกฎกับทฤษฎี

3. Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)

เป็นเครื่องมือแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 48 ข้อสร้างโดย Rubba ในปี 1978 ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ 5 ด้าน ดังนี้

- 3.1 ด้านความไม่ยึดติดกับความเชื่อ
- 3.2 ด้านการพัฒนา
- 3.3 ด้านความสามารถสมบูรณ์และเรียบง่าย
- 3.4 ด้านความสามารถทดสอบได้
- 3.5 ด้านความเป็นเอกภาพ

4. Modified Nature of Scientific Knowledge Scale (MNSKS)

เป็นเครื่องมือที่สร้างโดย Meichtry (1992) มีข้อคำถาม 32 ข้อ เป็นแบบ Likert Scale มี 5 ตัวเลือก ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ ดังนี้

- 4.1 จิตนาการและความคิดสร้างสรรค์

4.2 พัฒนาการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์

4.3 การทดสอบได้

4.4 ความเป็นเอกภาพ

เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีหลากหลายที่นำมาประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ละเครื่องมือมีข้อเด่นและข้อด้อยที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรพิจารณาปัจจัยหลายๆด้าน ก่อนนำเครื่องมือชนิดใดมาปรับใช้ เพื่อให้งานวิจัยให้ได้ข้อมูลตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้มากที่สุด

สำหรับการวิจัยครั้งนี้สร้างเครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด 3 ด้าน คือ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งข้อคำถามจะทำให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกเกี่ยวกับความคิดของนักเรียนว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่ และเข้าใจว่าอย่างไร สำหรับการตรวจสอบระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้วิธีการสังเกตการตอบคำถาม การอภิปรายสะท้อนความคิดในชั้นเรียน การตอบคำถามในใบกิจกรรม แล้วบันทึกลงในแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และการสะท้อนความเข้าใจของนักเรียนผ่านบันทึกอนุทินของนักเรียน

เกณฑ์การจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย มีผู้ที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับความเข้าใจวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงทำให้มีแนวทางในการจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1. กลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science View)

แบบสอบถามปลายเปิด (Open-ended questionnaire) ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structured interviews) โดยงานวิจัยของ Khishfe (2008) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 จำแนกกลุ่มความเข้าใจของนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่ไม่มีมุมมอง 2) กลุ่มที่มีมุมมอง และ 3) กลุ่มที่มั่นใจหรือจัดกลุ่มไม่ได้

2. กลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science understanding)

แบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปลายเปิด โดยงานวิจัยของ สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม (2551) ศึกษาความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี ได้แบ่งประเภทความเข้าใจของครูเป็น 3 ประเภท คือ

1) มีความเข้าใจเป็นอย่างดี 2) มีความเข้าใจสับสนและไม่ชัดเจน 3) มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน

แบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปลายเปิดร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยงานวิจัยของ กาญจนา มหาชาติ และ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2553) การจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็น 4 กลุ่ม คือ 1) เข้าใจถูกต้อง 2) เข้าใจบางส่วน 3) เข้าใจคลาดเคลื่อน และ 4) ไม่เข้าใจ

สำหรับการวิจัยนี้จัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีการปรับใช้แนวทางในการจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษาตามการจัดของ กาญจนา มหาชาติ และ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2553) เนื่องจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เพื่อนำมาวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะมีลักษณะเป็นอัตนัย โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นใน 3 ระดับ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และมีช่องว่างให้อธิบายแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ ซึ่งพบว่านักเรียนที่ไม่ตอบคำถามในบางข้อ จึงเลือกแนวทางในการจัดกลุ่มความเข้าใจดังกล่าวมาปรับใช้ในการจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

เข้าใจถูกต้อง (Understanding: U) หมายถึง การอธิบายหรือการตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องสอดคล้องกับประเด็นลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ให้ 4 คะแนน

เข้าใจบางส่วน (Partial understanding: PU) หมายถึง การอธิบายหรือการตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นบางส่วน แต่ไม่ครบทั้งหมดหรือมีความสอดคล้องบางส่วน หรือไม่สามารถอธิบายให้เหตุผล และยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย ให้ 3 คะแนน

เข้าใจคลาดเคลื่อน (Misunderstanding: MU) หมายถึง การอธิบายหรือการตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด ให้ 2 คะแนน

ไม่เข้าใจ (Naive Understanding: NU) หมายถึง นักเรียนไม่ตอบคำถาม ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 1 คะแนน

4. การคิดวิเคราะห์

4.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

นักวิชาการด้านการศึกษามากมายท่านได้ให้ความหมายหรือคำจำกัดความของการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

Bloom (1956) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะ เพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผลและที่เป็นเหตุอย่างนั้นอาศัยหลักการใด

Marzano (2001) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดอย่างลุ่มลึกและหลากหลาย มีการคิดพิจารณาข้อมูลอย่างละเอียดถี่ถ้วนรอบด้านและมีเหตุผล สามารถระบุความเหมือน ความแตกต่างของสิ่งต่างๆ ได้ สามารถจัดอันดับและจัดประเภทของความรู้และจัดหมวดหมู่ของสิ่งของได้ ระบุข้อผิดพลาดในการนำเสนอข้อมูลของสิ่งต่างๆและบอกเหตุผลได้ สามารถตีความหรือบอกหลักเกณฑ์พื้นฐานของความรู้นั้นได้ สามารถระบุเจาะจงหรือสรุปอย่างมีเหตุและผลในความรู้นั้นได้ จนกระทั่งสามารถสรุปจนตกผลึกเป็นความรู้ใหม่ได้

ชัยวัฒน์ สุทธิรักษ์ (2553) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ โดยการจำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูล จัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ ตีความ และทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้นโดย

มีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ และใช้กระบวนการทางตรรกะวิทยาในการสรุป ตัดสินได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

ชนัท์ ธาตุทอง (2554) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหา ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

ชนาธิป พรกุล (2554) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นการจำแนกแยกแยะสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อค้นหาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อช่วยให้ เกิดความเข้าใจในเรื่องนั้น โดยกำหนดลักษณะของทักษะการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า จะต้องสามารถกำหนด เกณฑ์ในการวิเคราะห์ สามารถแยกแยะข้อมูลได้ตามเกณฑ์ สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่าง องค์ประกอบต่างๆ และข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบ และสามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์มาสรุป ตอบคำถามตามวัตถุประสงค์

สุวิทย์ มูลคำ (2554) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุสิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์และ หาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริง หรือสิ่งสำคัญ ของสิ่งที่กำหนดให้

จากความหมายของการคิดวิเคราะห์สามารถสรุปได้ว่า เป็นการแสวงหาข้อเท็จจริง จาก เหตุการณ์/เรื่องราว หรือเนื้อหาต่างๆ โดยเปรียบเทียบข้อมูลด้วยการระบุ จำแนกแยกแยะ การจัดกลุ่ม การวิเคราะห์ ตีความ และทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้น โดยมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อค้นหาข้อเท็จจริงของสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

4.2 แนวคิดและทฤษฎีการคิดวิเคราะห์

แนวคิดและทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ที่ได้รับการสนใจ เป็นที่ยอมรับและถูกนำมา ขยายผลและเผยแพร่ทางการศึกษาเป็นจำนวนมาก ได้แก่ แนวคิดทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของบลูม (Bloom) ซึ่งแนวคิดของบลูมนี้เริ่มขึ้นมาเป็นระยะเวลานาน ต่อมาในปี ค.ศ. 2001 Marzano (2001) ได้พัฒนาปรับปรุงแนวคิดของบลูมให้มีความชัดเจนและเป็นรูปธรรมมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าแนวคิด ของทั้ง 2 ท่าน มีความสัมพันธ์สอดคล้องและมีความเชื่อมโยงกัน ซึ่งแนวคิดทั้ง 2 ท่าน มีสาระสำคัญ ดังนี้

4.2.1 ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของบลูม

บลูม (Bloom, 1956) ได้จำแนกจุดมุ่งหมายของการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ (cognitive domain) ด้านความรู้สึกหรือเจตคติ (affective domain) และด้าน ทักษะ (psycho-motor domain) ได้กล่าวถึงรายละเอียดความรู้ไว้ 6 ระดับ คือ

1. ระดับความรู้ ความจำ (memory)
 - 1.1 ความรู้เฉพาะสิ่ง (knowledge of specifics)
 - 1.1.1 ความรู้ศัพท์เฉพาะ
 - 1.1.2 ความรู้ข้อเท็จจริง เฉพาะสิ่ง
 - 1.2 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการกับสิ่งเฉพาะ
 - 1.2.1 ความรู้เรื่องแบบแผนนิยม

- 1.2.2 ความรู้แนวโน้มน้ำและลำดับเหตุการณ์
- 1.2.3 ความรู้เรื่องการจัดจำพวกและประเภท
- 1.2.4 ความรู้เรื่องเกณฑ์
- 1.2.5 ความรู้เรื่องระเบียบวิธี
- 1.3 ความรู้เรื่องสากลและนามธรรมต่างๆ
 - 1.3.1 ความรู้เรื่องหลักการและข้อสรุปทั่วไป
 - 1.3.2 ความรู้เรื่องทฤษฎีและโครงสร้าง
2. ระดับความเข้าใจ (comprehension)
 - 2.1 การแปล
 - 2.2 การตีความ
 - 2.3 การสรุปอ้างอิง
3. ระดับการประยุกต์ (Application)
 - 3.1 การประยุกต์
4. ระดับการคิดวิเคราะห์ (analysis)
 - 4.1 การวิเคราะห์หน่วยย่อย
 - 4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์
 - 4.3 การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ
5. ระดับการสังเคราะห์ (synthesis)
 - 5.1 ผลผลิตที่สื่อความหมายหรือมีลักษณะพิเศษเฉพาะ
 - 5.2 ผลผลิตในลักษณะของแผนงานหรือชุดปฏิบัติการ
 - 5.3 ผลผลิตในลักษณะของแผนงานหรือชุดปฏิบัติการ
6. ระดับการประเมิน
 - 6.1 การตัดสินใจตามเกณฑ์ภายใน
 - 6.2 การตัดสินใจตามเกณฑ์ภายนอก

4.2.2 ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน

Marzano (2001) จึงได้พัฒนารูปแบบจุดมุ่งหมายทางการศึกษารูปแบบใหม่ (A New Taxonomy of Educational Objectives) ประกอบด้วยความรู้ 3 ประเภท และกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูล 6 ระดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูล เน้นการจัดระบบความคิดเห็น จากข้อมูลง่ายสู่ข้อมูลยาก เป็นระดับความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง ลำดับของเหตุการณ์ สาเหตุและผล เฉพาะเรื่อง และหลักการ
2. กระบวนการ เน้นกระบวนการเพื่อการเรียนรู้ จากทักษะสู่กระบวนการอัตโนมัติอันเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่สั่งสมไว้
3. ทักษะ เน้นการเรียนรู้ที่ใช้ระบบโครงสร้างกล้านเนื่องจากทักษะง่ายสู่กระบวนการที่ซับซ้อนขึ้นกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูล 6 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ขั้นรวบรวม เป็นการคิดทบทวนความรู้เดิม รับข้อมูลใหม่ และเก็บเป็นคลังข้อมูลไว้ เป็นการถ่ายโยงความรู้จากความรู้จากความจำการสู่ความจำนำไปใช้ในการปฏิบัติการโดยไม่จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างของรูปร่างนั้น

ระดับที่ 2 ขั้นเข้าใจ เป็นการเข้าใจสาระที่เรียนรู้ สู่การเรียนรู้ใหม่ในรูปแบบการใช้สัญลักษณ์ เป็นการสังเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของรูปร่างนั้นโดยเข้าใจประเด็นความสำคัญ

ระดับที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ เป็นการจำแนกความเหมือนและความต่างอย่างมีหลักการการจัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กับความรู้ การสรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยสามารถบ่งชี้ข้อผิดพลาดได้ การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้ฐานความรู้ และการคาดการณ์ผลที่ตามมาบนพื้นฐานของข้อมูล

ระดับที่ 4 ขั้นใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ไม่มีคำตอบชัดเจน การแก้ไขปัญหาที่ยาก การอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่าง และการพิจารณาหลักฐานสู่การสรุปสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน การตั้งข้อสมมุติฐานและการทดสอบสมมุติฐานนั้นบนพื้นฐานของความรู้

ระดับที่ 5 ขั้นบูรณาการความรู้ เป็นการจัดระบบความคิดเพื่อบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด การกำกับติดตามการเรียนรู้ และการจัดขอบเขตการเรียนรู้

ระดับที่ 6 ขั้นจัดระบบแห่งตน เป็นการสร้างระดับแรงจูงใจต่อภาวะการเรียนรู้และการงานที่ได้รับมอบหมายในการเรียนรู้ รวมทั้งความตระหนักในความสามารถของการเรียนรู้ที่ตน

4.3 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

Bloom (1956) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผลและที่เป็นเหตุอย่างนั้นอาศัยหลักการใด การวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 อย่าง ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร

3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การค้นหาโครงสร้างและระบบของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวและการกระทำต่างๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องจากอะไรโดยยึดอะไรเป็นหลัก เป็นแกนกลาง มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยงยึดถือหลักการใด มีเทคนิคอย่างไรหรือยึดคติใด

Marzano (2001) การคิดวิเคราะห์นั้นมีความหมายใกล้เคียงกับแนวคิดของบลูม กล่าวคือ มาร์ซาโน ได้กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดอย่างกลุ่มเล็กและหลากหลาย มีการคิดพิจารณาข้อมูลอย่างละเอียดถี่ถ้วนรอบด้านและมีเหตุผล สามารถระบุความเหมือน ความแตกต่างของสิ่งต่างๆ ได้ สามารถจัดอันดับและจัดประเภทของความรู้และจัดหมวดหมู่ของสิ่งของได้ ระบุข้อผิดพลาดในการนำเสนอข้อมูลของสิ่งต่างๆและบอกเหตุผลได้ สามารถตีความหรือบอกหลักเกณฑ์

พื้นฐานของความรู้ นั่นได้ สามารถระบุเจาะจงหรือสรุปอย่างมีเหตุและผลในความรู้ นั่นได้ จนกระทั่ง สามารถสรุปจนตกผลึกเป็นความรู้ใหม่ได้ ประกอบด้วย ความสามารถ 5 ด้าน ได้แก่

1. ด้านการสังเกตและการจำแนก (Matching) หมายถึง ความสามารถในการสังเกต และจำแนก แยกแยะ รายละเอียดของสิ่งต่างๆ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เหมือนกันและแตกต่างกัน ออกเป็นแต่ละส่วนได้ ซึ่งจะเชื่อมโยงไปสู่ความสามารถในการจับคู่และการจัดกลุ่มสิ่งต่างๆ ที่เหมือนกัน ทั้งรูปร่างลักษณะ แหล่งกำเนิดได้

2. ด้านการจัดกลุ่ม (Classification) หมายถึง ความสามารถในการประมวลความรู้ เพื่อการจัดกลุ่ม จัดลำดับและจัดประเภทของสิ่งต่างๆ สามารถหาคุณลักษณะหรือคุณสมบัติของที่ เหมือนกัน หรือคล้ายคลึงกันออกเป็นพวกเป็นกลุ่ม

3. ด้านการวิเคราะห์เหตุผล (Error analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ ข้อผิดพลาด มองเห็นความผิดปกติ ความสัมพันธ์และความไม่สัมพันธ์สอดคล้องของสิ่งต่างๆ สามารถ โยงความสัมพันธ์สู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผล สามารถระบุสิ่งที่ไม่ถูกต้องสิ่งผิดปกติ ไม่เหมาะสม เป็นไปไม่ได้ในสถานการณ์ต่างๆ จากการสังเกตและการใช้ความรู้เดิมผสมผสานกับความรู้ใหม่ สามารถสรุป ประเด็นต่างๆ และยกเหตุผลประกอบได้

โดยผ่านการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเหมาะสม ทั้งนี้ต้องมีความสามารถในการสรุป จากความรู้ที่มีมาก่อน เป็นความรู้ที่เชื่อถือได้และยอมรับโดยทั่วไป จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ หรือมีการทดลองมีพยานหลักฐานมีข้อมูลสนับสนุนหรือพิจารณาแล้วว่าเป็นจริง

การวิเคราะห์เหตุผล เป็นการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดโดยใช้เหตุผลตามข้อมูลหรือ เนื้อหานั้นๆ ในการอธิบายความสัมพันธ์และความไม่สัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ การระบุหรือสิ่งที่ไม่ถูกต้อง สมเหตุผล สิ่งผิดปกติแตกต่างออกไปจากที่ควรจะเป็นการพัฒนาความสามารถในด้านนี้ จะเกิดขึ้นได้ ความให้มีการโต้แย้ง ถกเถียงโดยใช้เหตุผล โดยจะมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

- 1) ความรู้เดิม หมายถึง ความรู้ที่เป็นจริง เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปความรู้ ที่เชื่อกันมานาน
- 2) ความรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
- 3) ความรู้จากข้อมูลหลักฐานที่มีอยู่ ผู้โต้เถียงกันจะต้องมีพยานที่เป็นที่น่าเชื่อถือ ได้ประกอบในการถกเถียงมีข้อมูลสนับสนุน สามารถหาข้อมูลจากแหล่งต่างๆ มาสนับสนุนความคิดที่ ยอมรับ
- 4) มีข้อมูลที่ได้จากการพิสูจน์ ทดลองมาแล้ว
- 5) ข้อมูลอื่นๆ ที่พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นความจริง สามารถขยายความคิดของ ตนเองให้เป็นที่ยอมรับ

4. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้เดิมที่มีไปสรุปเป็นหลักการ ใหม่ นำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ หรือสามารถนำความรู้ไปใช้ในกิจกรรมชีวิตประจำวันได้ โดยทั่วไปจะเป็นการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

5. ด้านการทำนาย หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้หรือหลักการที่มีอยู่ไปใช้ เพื่อการประมาณและทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างจำเพาะเจาะจง สามารถเข้าใจ เหตุการณ์ มีความรู้ สามารถในการระบุรายละเอียดในเหตุการณ์นั้นและปรับเปลี่ยนวิธีการให้เหมาะสม

กับสิ่งที่อาจเกิดขึ้นต่อไปได้ โดยทั่วไปเป็นการให้เหตุผลเชิงนิรนัย กล่าวคือ จากข้อสรุป จากกฎ สูตร ทฤษฎีหรือหลักการใหญ่แล้วสามารถระบุรายละเอียดได้ สร้างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างจำเพาะเจาะจงได้ เลือกหลักการหรือกฎที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เจาะจง

จากการศึกษาองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ของบลูมและมาร์ซาโน แล้วจะเห็นได้ว่าทั้งสองแนวคิดมีความคล้ายคลึงกัน โดยที่บลูมได้นำเสนอในรูปหลักการอย่างกว้างๆ แต่ของมาร์ซาโนจะแสดงให้เห็นในรูปของกิจกรรมและทักษะในการนำไปใช้ในการปฏิบัติกล่าวคือ

1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญของบลูมที่กล่าวว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะว่าสิ่งใดจำเป็น สิ่งใดสำคัญหรือมีบทบาทที่สุด ประกอบด้วยวิเคราะห์ชนิด เป็นการให้นักเรียนวินิจฉัยว่าสิ่งนั้นหรือเหตุการณ์นั้นๆจัดเป็นชนิดใด ลักษณะใด เพราะเหตุใด สิ่งใดจำเป็น สิ่งใดสำคัญ เป็นการค้นหาสาระสำคัญ ข้อความหลัก ข้อสรุป จุดเด่นและจำแนกแยกแยะข้อมูลที่เหมือนกันและแตกต่างกันจนกระทั่งไปสู่ความสามารถในการจับคู่ของมาร์ซาโน

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของบลูม หมายถึง การค้นหาว่าความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ว่ามีอะไรสัมพันธ์กัน สัมพันธ์เชื่อมโยงอย่างไร สัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใดสอดคล้องหรือขัดแย้งกัน มีสิ่งใดสอดคล้องกันหรือไม่สอดคล้องกัน มีสิ่งใดเกี่ยวข้องกันกับเรื่องนี้และมีสิ่งใดไม่เกี่ยวข้องกัน สิ่งใดไม่เข้าพวก สิ่งใดเกี่ยวข้องมากที่สุดและน้อยที่สุด การเรียนลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ความมากน้อยของสิ่งต่างๆ เมื่อเกิดสิ่งนี้แล้ว เกิดผลลัพธ์อะไรตามมาบ้างตามลำดับสาเหตุ จุดประสงค์และผล และแบบความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปไมย ก็มีความหมายเดียวกัน ความสามารถในการจับคู่ การจัดกลุ่มหรือหมวดหมู่หรือจัดประเภทของสิ่งต่างๆ ที่มีลักษณะจุดร่วมเหมือนกันและการระบุและสรุปข้อมูล การใช้เหตุผล การอธิบายความสัมพันธ์และความไม่สัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ การระบุข้อมูลหรือสิ่งที่ไม่ถูกต้องไม่สมเหตุสมผล สิ่งที่ปกติ แตกต่างออกไปจากที่ควรจะเป็นของมาร์ซาโน

3. วิเคราะห์หลักการของบลูม หมายถึง การค้นหาโครงสร้างและระบบของเรื่องราว สิ่งของเรื่องราวและการกระทำต่างๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องจากอะไร โดยยึดอะไรเป็นหลัก มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยงยึดถือหลักการใด มีเทคนิคอย่างไรหรือยึดคติใด ลักษณะส่วนประกอบได้แก่ การวิเคราะห์เหตุผล การนำความรู้ที่ได้รับหรือที่มีอยู่เสนอเป็นความรู้และหลักการใหม่ สามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งความสามารถในการประเมิน คาดเดา ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต สามารถระบุสิ่งที่ผิดพลาดมา สิ่งใดจริงสิ่งใดไม่จริง และสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการได้อย่างเหมาะสมของมาร์ซาโน

จากลักษณะการคิดวิเคราะห์ดังกล่าว ผู้วิจัยเลือกใช้ลักษณะการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ มาร์ซาโน ความสามารถ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการสังเกตและการจำแนก 2) ด้านการจัดกลุ่ม 3) ด้านการวิเคราะห์เหตุผล 4) ด้านการนำไปใช้ และ 5) ด้านการทำนาย เนื่องจากสามารถบูรณาการนำไปเป็นกรอบแนวคิดทักษะการคิดวิเคราะห์ได้อย่างเป็นรูปธรรม

ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551) ได้กล่าวเกี่ยวกับประโยชน์ของการคิดว่า การมีความสามารถในการคิดจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์จะทำให้สามารถแก้ไข ปัญหา รวมทั้งสามารถเลือกตัดสินใจได้อย่างเหมาะสมมีเหตุผล ในยุคข่าวสารเทคโนโลยีในปัจจุบันที่มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วมีการแข่งขันสูง การปูพื้นฐานการคิดและส่งเสริมการคิดให้แก่เด็ก

และเยาวชนจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง นับตั้งแต่ระดับอนุบาลไปจนถึงระดับสูง การได้รับการพัฒนาการคิดตั้งแต่เยาว์วัยจะช่วยพัฒนาความคิดให้ก้าวหน้า ส่งผลให้สติปัญญาเฉียบแหลมเป็นคนรอบคอบ ตัดสินใจได้ถูกต้อง สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ในชีวิตได้ดีเป็นบุคคลที่มีคุณภาพสามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างเป็นสุข ผลจากการฝึกให้คิดจะช่วยให้เกิดประโยชน์แก่เด็กและเยาวชน สรุปได้ดังนี้

1. สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีระบบมีหลักการและเหตุผลและงานที่ได้รับมีประสิทธิภาพ
2. สามารถพิจารณาสิ่งต่างๆ และประเมินงานโดยใช้หลักเกณฑ์อย่างสมเหตุสมผล
3. รู้จักประเมินตนเองและผู้อื่นได้อย่างถูกต้อง
4. ได้เรียนรู้เนื้อหาได้รับประสบการณ์ที่มีคุณค่า มีความหมายและเป็นประโยชน์
5. ได้ฝึกทักษะการทำงาน การใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา
6. มีความรู้ความสามารถ มีกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบชัดเจนนับตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย รวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ ค้นหาหาความรู้ ทฤษฎี หลักการ ตั้งข้อสันนิษฐานตีความหมายและลงข้อสรุป
7. เกิดความสามารถในการคิดอย่างชัดเจน คิดอย่างถูกต้อง คิดอย่างแจ่มแจ้ง คิดอย่างกว้างขวาง คิดไกล และคิดอย่างลุ่มลึก ตลอดจนคิดอย่างสมเหตุสมผล
8. ทำให้เป็นผู้มีปัญญา มีคุณธรรมจริยธรรม ความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย มีความเมตตากรุณาและเป็นผู้มีประโยชน์ต่อสังคม
9. พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้อย่างต่อเนื่องในสถานการณ์ที่โลกเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การมีความสามารถในการคิดจะเป็นประโยชน์ต่อการดำรงอยู่ของชีวิตมนุษย์ในภาวะปัจจุบันได้อย่างมีคุณภาพสามารถแก้ปัญหาชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพ

4.4 เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยพบว่า เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งตามแนวคิดของบลูม และมาร์ซาโน สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แบบวัด การสัมภาษณ์ การสังเกตและบันทึก เป็นต้น โดยผู้วิจัยได้รวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่ใช้ตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2551 แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
2551	แบบปรนัยแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก	จุฬารัตน์ ต่อศิริณู
2551	ข้อสอบแบบอัตนัย	รุ่งระวี ศิริบุญนาม
2553	แบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก	วโรตม จันที และ น้อยทิพย์ ลิมยิ่งเจริญ
2555	แบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก	พรพิมล ปิยภักดิ์
2555	แบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก	ปรีดาวรรณ อ่อนนางโย

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
2555	แบบสัมภาษณ์ และบันทึก	ภควรรณ เหลาแหลม และ คงศักดิ์ ธาตุทอง
2557	แบบอัตนัย	ยุวรี ไชยโพนงาม
2558	แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก	ปัทมวรรณ ป้องทอง
2560	แบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก	ชลธิชา สาชิน

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย สามารถแบ่งเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ แบบปรนัย แบบอัตนัย และแบบสัมภาษณ์ ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้ลักษณะเครื่องมือแบบปรนัยเลือกตอบ (Multiple-choice Test) มากที่สุด โดยลักษณะของเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อสอบแบบเลือกตอบ

เป็นเครื่องมือที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลาย มีลักษณะเป็นข้อคำถาม ให้ผู้ตอบเลือกจากตัวเลือกหลายๆตัว การเลือกจะต้องพิจารณาถึงข้อความในแต่ละข้อว่า ตัวเลือกใดเป็นตัวเลือกที่ถูกที่สุด เป็นเครื่องมือใช้วัดผลด้านความรู้เป็นหลัก เช่น แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์สร้างโดย วโรดม จันท์ และน้อยทิพย์ ลิมยิ่งเจริญ (2553) ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของ Bloom ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ วิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ และงานวิจัยของ ปรีดาพรรณ อ่อนนางโย (2555) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของ Marzano ความสามารถ 5 ด้าน คือ ด้านการจับกลุ่ม ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป และด้านสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ

2. ข้อสอบแบบอัตนัย

เป็นเครื่องมือที่เปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นจากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งข้อสอบรูปแบบนี้ต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนและมีแนวคำตอบ เพื่อใช้ในการตรวจให้คะแนน เช่น แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์สร้างโดย รุ่งระวี ศิริบุญนาม (2551) ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย ตามแนวคิดของบลูม (Bloom) แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความสำคัญ ด้านความสัมพันธ์ และด้านหลักการ

3. แบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการสร้างโดย ภควรรณ เหลาแหลม และ คงศักดิ์ ธาตุทอง (2555) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โปรโตคอล และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา นำผลที่ได้มาจัดกลุ่มการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ตามกรอบการคิดของ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546) และประเมินชิ้นงานของนักเรียนโดยการสังเกตและการสัมภาษณ์ ซึ่งการคิด

วิเคราะห์ของนักเรียน มี 3 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานหรือวิธีทำ และการวิเคราะห์หาสาเหตุหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์

เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์มีหลากหลายที่นำมาประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แต่ละเครื่องมือมีข้อเด่นและข้อด้อยที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรพิจารณาปัจจัยหลายๆด้าน ก่อนนำเครื่องมือชนิดใดมาปรับใช้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้มากที่สุด

เกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย เกี่ยวกับแบบประเมินการคิดวิเคราะห์มีเครื่องมือในการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลายวิธี ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ชนิดของเครื่องมือตามแนวคิดของ Marzano (2001) ความสามารถ 5 ด้าน โดยใช้เครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. แบบเลือกตอบ (Multiple choice) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีคำตอบ 4 ตัวเลือก ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 1 คำตอบ ลักษณะของเกณฑ์ในการให้คะแนนข้อสอบแบบเลือกตอบ ได้แก่ ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน

2. แบบข้อเขียน /สร้างคำตอบอิสระ (extended-response question) เป็นข้อสอบที่ถามให้แสดงความคิดเห็นหรืออภิปราย สถานการณ์ที่กำหนดภายใต้หลักวิชาที่สมเหตุสมผล ซึ่งลักษณะของเกณฑ์การให้คะแนนแบบเขียนตอบ ดังนี้

เกณฑ์ให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic Rubric Score) เป็นการให้คะแนน โดยดูภาพรวมที่แสดงถึงความเข้าใจ การเกิด แนวคิดหลัก กระบวนการที่ใช้ และการสื่อความหมาย และแบ่งระดับ คุณภาพของงานโดยเขียนอธิบายพฤติกรรมที่แสดงออกในแต่ละระดับอย่างชัดเจน

ตารางที่ 2.3 ระดับคะแนนของงานเขียน

ระดับคะแนน	ลักษณะของงาน
3 (ดี)	เขียนได้ตรงประเด็น และชัดเจน มีคำนำ เนื้อหา และบทสรุปอย่างชัดเจน ภาษาที่ใช้ถูกต้องมีตัวสะกดและไวยากรณ์มีความถูกต้องสมบูรณ์ ทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่าย ใช้คำศัพท์ที่เหมาะสม สื่อความหมายได้
2 (ผ่าน)	เขียนได้ตรงประเด็น มีคำนำ เนื้อหา และบทสรุปที่ใช้ทำให้อ่านเกิดความสับสน เหตุผลไม่สอดคล้องกัน
1 (ต้องปรับปรุง)	เขียนไม่ตรงประเด็น ไม่มีคำนำ เนื้อหา และบทสรุปที่ใช้ทำให้อ่านเกิดความสับสน ขาดเหตุผลสนับสนุน
0	ไม่มีผลงาน

ที่มา : บุญเรียง ขจรศิลป์. (2544). *วิธีวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: พี.เอ็น. การพิมพ์.

สำหรับการวิจัยครั้งนี้สร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์หรือข้อมูลสั้นๆ แบบวัดมี 2 ประเภท ได้แก่ 1) แบบเลือกตอบ มีลักษณะ ปลายปิด โดยเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบเลือกตอบ คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิด ได้ 0 คะแนน และ 2) แบบอัตนัยเขียนคำตอบสั้นๆ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดระดับคะแนนตามแนวคิดของ บุญเรียง ขจรศิลป์ (2544) มาปรับใช้และวิเคราะห์ตามองค์ประกอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Marzano (2001) มีเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบข้อเขียนดังตารางที่ 2.4 ดังนี้

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบข้อเขียน

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
4 (คะแนนเต็ม)	- ตอบคำถามตรงประเด็นตามที่กำหนดไว้ได้ถูกต้อง - อธิบายคำตอบได้ชัดเจน - ให้เหตุผลประกอบสมเหตุสมผล - ยกตัวอย่างประกอบ อย่างน้อย 2 ข้อขึ้นไป
2 (ตอบถูกบางส่วน)	- ตอบคำถามตรงประเด็นตามที่กำหนดได้ถูกต้อง - เหตุผลไม่สอดคล้องกันหรือขาดเหตุผลสนับสนุน - ยกตัวอย่างไม่ครบ 2 ข้อ
0 (ไม่ได้คะแนน)	ไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้อง

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยภายในประเทศ

5.1.1 งานวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยนำเสนอ ดังนี้

กาญจนา มหาลี (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด การวิจัยนี้แบ่ง ออกเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยระยะที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกด้าน โดยเฉพาะในประเด็นที่เกี่ยวกับ ขั้นตอนและวิธีการแสวงหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และระยะที่ 2 ก่อนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน ทุกด้าน โดยเฉพาะในประเด็นที่เกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การ หลีกเลี่ยงอคติของนักวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการเนื้อหา วิทยาศาสตร์กับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนและเปิด

โอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีแนวโน้มที่มีความเข้าใจบางส่วน และมีความเข้าใจอย่างถูกต้องชัดเจนมากยิ่งขึ้นในทุก ประเด็นที่ศึกษา โดยเฉพาะประเด็นวิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์กับทุกคำถาม การ หลีกเลี่ยงอคติของนักวิทยาศาสตร์ และการคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครู วิทยาศาสตร์ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นหรือบูรณาการเกี่ยวกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์และร่วมกันสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในประเด็นที่สำคัญให้ ชัดเจน

ทัศน พุฒนอก (2556) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการ บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ที่มีการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนได้ โดยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทุกประเด็น และช่วยให้ นักเรียนสามารถอธิบายให้เหตุผลสนับสนุนความเข้าใจของตนเองได้มากขึ้น ซึ่งก่อนการจัดการเรียนรู้ ส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและไม่เข้าใจ แต่หลังการจัด การเรียนรู้ พบว่า จำนวน นักเรียนที่เข้าใจถูกต้องและเข้าใจบางส่วนเพิ่มขึ้น จำนวนนักเรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนและไม่เข้าใจลดลง

อัครวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2557) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิต โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบทุกประเด็น ในภาพรวมของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 9 ประเด็น พบว่า นักเรียนมี ความเข้าใจมากที่สุดที่ประเด็น คือ NOS 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ รองลงมาคือ NOS 2 ผลจากความรู้ของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย จินตนาการของคนส่วนมากและเจต คติที่มีร่วมกัน และประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีการแสดงออกถึงความเข้าใจน้อยที่สุดคือ NOS 4 กฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กัน แต่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน

เบญจมาศ ศรีอุดร (2557) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในการ เรียนเรื่องเซลล์และการลำเลียงสารผ่านเซลล์ ตามรูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้(5Es) และบ่งชี้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียน เลย์สว้างวิทยาคม จังหวัดเลย จำนวน 38 คน การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ผลการวิจัย พบว่า หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ ในภาพรวมที่นักเรียนมีการแสดงออกถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 9 ประเด็น พบว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีความเข้าใจมากที่สุดคือ NOS 1 วิทยาศาสตร์หาคำตอบ จากประสบการณ์และหลักฐานเชิงประจักษ์ NOS 2 ผลจากความรู้ของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย จินตนาการของคนส่วนมากและเจตคติที่มีร่วมกัน ตามลำดับ และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ นักเรียนมีการแสดงออกถึงความเข้าใจน้อยที่สุด คือ NOS 9 วิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่คำตอบของทุกคำถาม

5.1.2 งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยนำเสนอ ดังนี้

จุฬารัตน์ ต่อหิรัญ (2551) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ โดยศึกษาตามแนวคิดของบลูม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภัทรมน ชันธธาตุ (2551) ได้สร้างชุดการสอนกิจกรรมแนะแนวเพื่อพัฒนาการ คิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบารุงเหนือ กรุงเทพมหานคร โดยศึกษา ตามแนวคิดของบลูม พบว่า ชุดการสอนกิจกรรมแนะแนวเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ 69.88/73.29 คะแนนก่อนและหลังการใช้ชุดการสอน กิจกรรมแนะแนวเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนการคิด วิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนเห็นด้วยกับการใช้ชุดการสอน กิจกรรมแนะแนวเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับมาก

รุ่งนภา เบญจมาตย์ (2551) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ คิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ โดยศึกษาตามแนวคิดของมาร์ซาโน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการ สอน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ บูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภัทรรดา กุลละ (2551) ได้จัดการเรียนรู้กลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบ เสาะหาความรู้ โดยครูใช้โมเดลรูปตัววีที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยศึกษาตามแนวคิดของบลูม พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยครูใช้โมเดลรูปตัววีที่มีต่อความสามารถใน การคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบปกติ นักเรียนชายมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการสูงกว่านักเรียนหญิง และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ ส่งผลต่อ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สุริสา ไวแสน (2557) ที่ได้ทำการศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนคติ ในเรื่องสารละลายกรด-เบส พบว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าก่อน เรียนโดยหลังเรียนนักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับดี ร้อยละ 83.3 และระดับดีมาก ร้อยละ 16.67

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

5.2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยนำเสนอ ดังนี้

Solomon *et al.* (1992) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ประวัติศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้ตัวอย่างนักเรียนอายุระหว่าง 11–14 ปี จาก 5 ห้องเรียน ซึ่งจัดการเรียนรู้โดยครู และประเมินความเข้าใจของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบสอบถามในแบบสอบถามแต่ละข้อประกอบด้วยเรื่องราวเกี่ยวกับประวัติศาสตร์หนึ่งเรื่อง แบบสอบถามเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ประวัติศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

Meichtry (1992) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคิดสร้างสรรค์ การพัฒนาความรู้ การทดสอบได้ของความรู้ การเป็นแบบแผนของความรู้ของนักเรียนในระดับเกรด 6 - 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมซึ่งจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรเดิม ส่วนกลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร Biological Science Curriculum Study (BSCS) ซึ่งเป็นหลักสูตรใหม่ทำการประเมินความเข้าใจทั้งก่อนและหลังจัดการเรียนรู้นักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้เครื่องมือ Modified Nature of Scientific Knowledge Scale (MNSKS) ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในด้านพัฒนาการและทดสอบได้ของความรู้วิทยาศาสตร์ลดลง ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีความเข้าใจในด้านความคิดสร้างสรรค์ลดลง และเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรเดิมมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการทดสอบได้มากกว่ากลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร BSCS

Kang, Scharmann and Noh (2005) ศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงโซล ประเทศเกาหลี จำนวน 1,702 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามหลายตัวเลือกที่ดัดแปลงมาจากงานวิจัยของ Solomon *et al.* และจาก VOSTS ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับญาณวิทยาร่วมสมัย มุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยนักเรียนในระดับประถมศึกษามีอัตวิสัยที่คลาดเคลื่อนในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากที่สุด จากผลผลการศึกษาจึงเสนอว่า ควรจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาจะเกิดประโยชน์มากกว่าการปรับปรุงความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

Khishfe & Abd – El – Khalick (2002) ศึกษาเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้แบบขัดแย้งร่วมกับการสะท้อนความคิดกับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 4 องค์ประกอบ คือ การไม่คงที่ของความรู้ หลักฐานเชิงประจักษ์การอนุมานและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 62 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบขัดแย้งร่วมกับการสะท้อนคิดและกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ผลการศึกษาพบว่า โดยภาพรวมก่อนการศึกษานักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจที่ไม่ชัดเจนในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทำการกิจกรรมของกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยพบว่า ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบขัดแย้งร่วมกับการสะท้อนคิดพบว่า

นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นอย่างน้อยก็หนึ่งองค์ประกอบ สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดมีผลทำให้นักเรียนเกรด 6 มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น

Khinshfe (2008) ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับเกรด 7 ด้วยการสืบเสาะหาความรู้แบบชัดแจ้ง (Explicit Inquiry Oriented Approach) ทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน กับนักเรียน 18 คน จัดการเรียนรู้โดยครูที่มีความเข้าใจในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากโครงการ Inquiry, Context and Nature Of Science (ICAN) จัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของสิ่งมีชีวิต และประชากรกับระบบนิเวศ ทำการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใน 4 องค์ประกอบ คือ การไม่คงที่ของความรู้ หลักฐานเชิงประจักษ์ การอนุมาน และความคิดสร้างสรรค์ ด้วยแบบสอบถามปลายเปิดและแบบสัมภาษณ์ทั้งก่อนระหว่างและหลังการศึกษา ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ไคสแควส ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากหลังการศึกษาเพิ่มมากขึ้นทั้ง 4 องค์ประกอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยนำเสนอ ดังนี้

Lumpkin (1991) ได้ศึกษาผลการสอนทักษะการคิดวิเคราะห์ที่มีต่อความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมของนักเรียนเกรด 5 และ เกรด 6 ผลการศึกษาพบว่า เมื่อได้สอนทักษะการคิดวิเคราะห์แล้ว นักเรียนเกรด 5 และ เกรด 6 มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่าง นักเรียนเกรด 5 ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมไม่แตกต่างกัน ส่วนนักเรียนเกรด 6 ที่เป็นกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมสูงกว่ากลุ่มควบคุม

Halsted (1999) ได้ศึกษากระบวนการช่วยส่งเสริมทักษะการคิด สร้างสรรค์ และทักษะการคิดวิเคราะห์ในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า 1) การเปลี่ยนแปลงวิธีการสอนและกรอบงานด้านทฤษฎีที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ในชั้นเรียนซึ่งช่วยปลูกฝังทักษะการคิดให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน และ 2) ผลการวิจัย กล่าวสนับสนุนรูปแบบการสอน การใช้วิธีการสนทนา การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้จากห้องปฏิบัติการ และการทำกิจกรรมโครงงาน เป็นวิธีการที่มีคุณประโยชน์สูงสุดที่จะช่วยส่งเสริม ทักษะการคิด สร้างสรรค์และทักษะการคิดวิเคราะห์ สำหรับชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จากการศึกษาผลการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยมีวิธีการสอน 7 วิธี ได้แก่ 1) การสืบเสาะหาความรู้แบบชัดแจ้ง 2) การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดกับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย 3) การจัดการเรียนรู้ประวัติศาสตร์ 4) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนคติ 6) การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ 7) แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นต้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 5 วิธี ได้แก่ 1) แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 2) เขียนตอบ 3) การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

4) VOSTS และ 5) MNSKS เป็นต้น ในการศึกษาค้นคว้าเทคนิควิธีการเรียนรู้แบบต่างๆ ซึ่งยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการรู้วิทยาศาสตร์และเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ควรจะมีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน เพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรที่เน้นกระบวนการการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนและการนำความรู้ไปใช้ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น

