

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการสร้างชุดการสอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก
3. การสอนวิทยาศาสตร์
 - 3.1 การสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ (Cooperative Learning)
 - 3.3 การสอนแบบ "CIPPA MODE "
 - 3.4 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ความคิดรวบยอดโดยฝึกการทำแผนผังความคิด - ความรู้
 - 3.5 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ "วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้" (Inquiry Cycle)
 - 3.6 การคิด
 - 3.6.1 ความหมายของการคิด
 - 3.6.2 ความหมายของการคิดวิเคราะห์
 - 3.6.3 แนวทางในการพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์
4. จิตวิทยาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 4.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Theory of Intellectual Development)
 - 4.2 ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Thorndike's Classical Connectionism)
 - 4.3 ทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบโอเปอเรนต์ (Operant Conditioning)
5. ชุดการสอน
 - 5.1 ความหมายของชุดการสอน
 - 5.2 ทฤษฎี แนวคิดและหลักการที่นำมาใช้ในการสร้างชุดการสอน
 - 5.3 ประเภทของชุดการสอน
 - 5.4 องค์ประกอบของชุดการสอน

- 5.5 ขั้นตอนในการสร้างชุดการสอน
- 5.6 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน
- 5.7 คุณค่าและประโยชน์ของชุดการสอน
- 6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 7. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 8. จิตวิทยาศาสตร์
 - 8.1 ความหมายและองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์
 - 8.2 แนวทางการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์
 - 8.3 การวัดจิตวิทยาศาสตร์
- 9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 9.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นหลักสูตรที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการ และเจตคติ ได้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นอย่างสร้างสรรค์องค์ความรู้ พัฒนาให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้ที่เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วย 8 สาระหลัก ดังนี้ (สสวท., 2546, หน้า 4 - 6)

- สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
- สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร
- สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่
- สาระที่ 5 : พลังงาน

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มี คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน สำหรับ นักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สำหรับนักเรียนทุกคน เมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น ในการจัดครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลง ของเปลือกโลก ในสาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มาตรฐาน ว 6.1 ดังนี้

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและ ลักษณะของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.1 – ม.3 (สสวท., 2546, หน้า 22)

1. สืบค้นข้อมูล สํารวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบของโลก และทรัพยากรธรณีในโลก
2. สืบค้นข้อมูล สํารวจตรวจสอบ และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการยกตัว การยุบตัว และการคดโค้งโก่งงอ การผูกพันอยู่กับที่ การกร่อน การพัดพา การทับถม และผลของ กระบวนการดังกล่าวที่ทำให้เกิดภูมิประเทศแตกต่างกัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (สสวท., 2546, หน้า 150)

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพส่วนประกอบของโลก
2. สืบค้นข้อมูล สํารวจ และระบุทรัพยากรธรณีในท้องถิ่นในประเทศไทยและของโลก
3. อภิปรายและเสนอแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรณีในท้องถิ่น
4. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และใช้สถานการณ์จำลองอธิบายหลักการเกิดกระบวนการ ยกตัว การยุบตัว การคดโค้งโก่งงอ การผูกพันอยู่กับที่ การกร่อน การพัดพา การทับถม
5. สํารวจและอธิบายลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันในท้องถิ่นและในประเทศไทย และอธิบายผลของกระบวนการทางธรณีต่อการเกิดภูมิประเทศที่แตกต่างกัน

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

1. การสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายส่วนประกอบของโลก

2. การสำรวจทรัพยากรธรณีในท้องถิ่น และการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากรธรณีในประเทศไทยและของโลก

3. การสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรณีในท้องถิ่น

4. การสาธิต การทดลองจากสถานการณ์จำลอง และการอภิปรายการเกิดกระบวนการยกตัว การยุบตัว การคดโค้งโก่งงอ การผุพังอยู่กับที่ การกร่อน การพัฒนาการทับถมของเปลือกโลก

5. การสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะภูมิประเทศในท้องถิ่น และผลของกระบวนการทางธรณีต่อการเกิดภูมิประเทศที่แตกต่างกันในท้องถิ่นและในประเทศไทย

กระบวนการเรียนรู้

การจัดการเรียนการสอน จะเน้นกระบวนการให้นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การฝึกคิดวิเคราะห์สถานการณ์ การเผชิญสถานการณ์ และประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งการเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิด กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีการปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยสอดแทรกไว้ขณะที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เน้นการประเมินผลตามสภาพจริง โดยใช้วิธีการวัดผลการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ ผลงานและพัฒนาการของผู้เรียน พฤติกรรมการเรียนในชั้นเรียน ความร่วมมือในการทำกิจกรรม และการทดสอบ

สื่อ/ แหล่งเรียนรู้

เนื่องจากชุดการสอนเรื่องการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก เป็นเรื่องที่ยากผู้สอนไม่สามารถนำสื่อที่เป็นของจริงมาให้นักเรียนดูได้ในห้องเรียน ผู้วิจัยจึงได้จัดทำสื่อการเรียนการสอนที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจในเนื้อหา เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ สื่ออุปกรณ์ที่ใช้ทดลองในห้องปฏิบัติการ สื่อโสตทัศนูปกรณ์ ได้แก่ แผนภาพโปรงใส วีดิทัศน์

การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

โลกของเรา

นักธรณีวิทยาได้แบ่งลักษณะโครงสร้างของโลกออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1. เปลือกโลก (Crust) มีความหนาประมาณ 6 – 35 กิโลเมตร ส่วนที่อยู่ภายนอกคือส่วนที่อยู่ชั้นนอกสุดของโลก เป็นชั้นของโลกที่บางที่สุด แต่มีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากมนุษย์อาศัยอยู่ที่ชั้นนี้ เปลือกโลกเป็นแหล่งที่ให้แร่ธาตุต่าง ๆ ให้น้ำมัน ถ่านหิน และแก๊สซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิง

เปลือกโลกแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1.1 เปลือกโลกภาคพื้นทวีป เป็นเปลือกโลกที่รองรับทวีป ประกอบด้วยหินแกรนิตซึ่งเป็นหินอัคนีที่มีสีจาง มีความหนาแน่นต่ำ

1.2 เปลือกโลกภาคพื้นมหาสมุทร อยู่ใต้ท้องมหาสมุทร เป็นชั้นเปลือกโลกที่บางกว่าชั้นเปลือกโลกภาคพื้นทวีป แต่มีความหนาแน่นมากกว่าชั้นเปลือกโลกภาคพื้นทวีป เพราะประกอบด้วยหินบะซอลต์ ซึ่งเป็นหินอัคนีที่มีสีเข้ม มีความหนาแน่นสูง

2. เนื้อโลก (Mantle) อยู่ถัดจากเปลือกโลกลงไปจนถึงแก่นโลก มีคุณสมบัติเป็นหินแข็ง หนาประมาณ 3,000 กิโลเมตร ชั้นเนื้อโลกแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ

2.1 เนื้อโลกชั้นบน อยู่ติดกับชั้นเปลือกโลก แบ่งย่อยออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นชั้นหินแข็งบาง ๆ ติดกับชั้นเปลือกโลก อีกส่วนอยู่ถัดลงไปเป็นชั้นของหินหลอมละลายหรือหินหนืด ที่เรียกว่า แมกมา ประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ เช่น ซิลิคอน เหล็ก อะลูมิเนียม

2.2 เนื้อโลกชั้นล่าง อยู่ติดกับชั้นแก่นโลก เป็นของแข็งทั้งหมด มีอุณหภูมิประมาณ 2,800 องศาเซลเซียส

3. แก่นโลก (Core) เป็นชั้นในสุด มีความหนาแน่นมากที่สุด คาดว่าส่วนใหญ่ประกอบด้วยธาตุเหล็ก และรองลงมาเป็นธาตุนิกเกิล มีทั้งส่วนที่เป็นของแข็งและของเหลว มีความหนาประมาณ 3,440 กิโลเมตร มีอุณหภูมิสูงมากคาดว่าไม่ต่ำกว่า 5,000 องศาเซลเซียส

แก่นโลก แบ่งเป็น 2 ชั้น ดังนี้

3.1 แก่นโลกชั้นนอก มีลักษณะเป็นของเหลวร้อน ไหลวนเวียนไปมาอย่างเป็นระเบียบ คาดว่าการเคลื่อนที่ของของเหลวในชั้นนี้ เป็นต้นเหตุของการเกิดสนามแม่เหล็กโลก

3.2 แก่นโลกชั้นใน เป็นลูกทรงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2,530 กิโลเมตร มีคุณสมบัติเป็นของแข็ง อาจเนื่องมาจากความดันมหาศาลในใจกลางโลกที่มากกว่าผิวโลกถึงสามล้านเท่า มีความหนาแน่นสูงสุด อุณหภูมิสูงมาก ประมาณ 6,000 องศาเซลเซียส

ทรัพยากรธรณีและการอนุรักษ์

ทรัพยากรธรณี หมายถึง ทรัพยากรที่เกิดขึ้นได้พื้นผิวโลก และเป็นส่วนประกอบของเปลือกโลก ได้แก่ ดิน หิน แร่ ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มนุษย์สามารถนำสิ่งเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ในรูปลักษณะต่าง ๆ ได้ สำหรับในประเทศไทยก็มีทรัพยากรธรณีมากมายหลายชนิดแตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาค ทุกคนมีสิทธิร่วมกันเป็นเจ้าของและมีหน้าที่ต้องช่วยกันอนุรักษ์เมื่อทรัพยากรนั้น ๆ หมดลงไปแล้วจะต้องใช้เวลานับล้านปีกว่าธรรมชาติจะสร้างขึ้นใหม่ได้ ทรัพยากรธรณีที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์มีหลายประเภท เช่น หิน แร่ และแก๊สธรรมชาติ

การอนุรักษ์ทรัพยากรธรณี

ทรัพยากรธรณีทุกชนิด เมื่อมนุษย์นำมาใช้ประโยชน์หมดหมดไปได้ การสร้างขึ้นมาใหม่อาจต้องใช้เวลาหรือบางครั้งไม่สามารถสร้างทดแทนได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องช่วยกันอนุรักษ์ทรัพยากรธรณีตามแนวทางดังนี้

1. การสำรวจ ก่อนที่จะนำทรัพยากรธรณีมาใช้ประโยชน์ต้องทำการสำรวจก่อนว่าคุ้มค่ากับการลงทุนหรือไม่ เช่น การสำรวจแหล่งแร่ การสำรวจหาแหล่งน้ำมันและแก๊สธรรมชาติ เป็นต้น
2. การป้องกัน หมายถึง การป้องกันไม่ให้เกิดทรัพยากรธรณีถูกทำลาย เช่น ป้องกันไม่ให้ดินถูกกัดกร่อนด้วยแรงลมและกระแสน้ำ
3. การลดอัตราการเสื่อมสูญ ปัจจุบันมีการนำสิ่งที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เปลี่ยนจากสิ่งที่ไร้ประโยชน์มาทำให้เกิดประโยชน์ เช่น นำมาผลิตเป็นพลาสติก ปูน โยสังเคราะห์ เป็นต้น
4. การปรับปรุงคุณภาพ เช่น การนำเหล็กมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ควรจะหาทางป้องกันการเกิดสนิมเหล็ก เช่น การทาสี การเคลือบ จะได้มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น
5. การใช้สิ่งอื่นทดแทนการใช้ทรัพยากรที่สิ้นเปลือง เช่น การใช้อะลูมิเนียม คอนกรีต หรือพลาสติกแทนเหล็ก เป็นต้น

การเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก

เปลือกโลกแต่เดิมจะเป็นผืนเดียวกัน แต่ต่อมาเปลือกโลกได้แตกออกเป็นแผ่นเปลือกโลกหลายแผ่น ทำให้เกิดเป็นทวีปต่าง ๆ และแผ่นเปลือกโลกเหล่านี้ไม่ได้หยุดนิ่งอยู่กับที่เสมอไป จะมีการเปลี่ยนแปลงต่อไปได้อีก การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกดังกล่าวมีลำดับดังนี้

1. ในอดีต นักอุตุนิยมวิทยาชาวเยอรมัน ชื่อ อัลเฟรด เวกเนอร์ (Alfred Wegener) ได้เสนอ ทฤษฎีการเลื่อนไหลของทวีป (Continental Drift Theory) มีใจความว่า “เมื่อประมาณ 200 ล้านปีมาแล้ว ผืนแผ่นดินทั้งหมดบนโลกแต่เดิมเป็นแผ่นดินผืนเดียวกัน เรียกว่า

พันเจีย (Pangaea) ซึ่งเป็นภาษากรีกแปลว่า แผ่นดินทั้งหมด ในเวลาต่อมา พันเจียก็เริ่มแยกออกเป็นหลายส่วน แต่ละส่วนก็เริ่มขยับเคลื่อนที่ และบางส่วนก็แยกออกจากกันไปเลย จนปรากฏเป็นทวีปต่าง ๆ ในปัจจุบัน"

หลักฐานข้อมูลที่เวกเนอร์ได้อ้างเพื่อสนับสนุนทฤษฎีของเขา มีดังนี้

1) หลักฐานสภาพรูปร่างของทวีป จากรูปร่างของทวีปต่าง ๆ ที่สวมเข้ากันได้ อย่างพอเหมาะ โดยเฉพาะทวีปอเมริกาเหนือและทวีปอเมริกาใต้กับทวีปแอฟริกา

2) หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ มีการพบซากดึกดำบรรพ์ทั้งซากพืชและซากสัตว์ หลายชนิดในทวีปที่อยู่ห่างกัน ซากเหล่านี้เป็นของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนบก และไม่สามารถข้ามมหาสมุทรไปได้เองสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ เช่น เมล็ดเฟิร์นพันธุ์กลอสซอพเทริส (Glossopteris) เป็นพืชในสภาพภูมิอากาศหนาว และมีเมล็ดขนาดใหญ่กว่าที่ลมจะหอบข้ามมหาสมุทรได้ แต่พบเมล็ดเฟิร์นพันธุ์นี้ในทวีปทั้ง 5 ทวีป ได้แก่ อเมริกาใต้ แอฟริกา อินเดีย ออสเตรเลีย และแถบขั้วโลกใต้ และจากการสำรวจยังพบซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์เลื้อยคลานขนาดใหญ่ คือ มีโซซอร์ส (Mesosaurus) ซึ่งโดยปกติจะอาศัยอยู่ตามลุ่มแม่น้ำจืด แต่กลับมาพบอยู่ในส่วนล่างของทวีปแอฟริกาและอเมริกาใต้ ซึ่งทวีปทั้งสองอยู่ห่างไกลกันและอยู่ติดทะเล นอกจากนี้ยังพบซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตทั้งในทวีปอเมริกา และแอฟริกาแถบฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติก ที่เป็นเช่นนี้เพราะแต่เดิมทวีปทั้งสองนี้เชื่อมต่อกันเป็นผืนแผ่นดินเดียวกัน

3) หลักฐานการเคลื่อนที่ของเกาะกรีนแลนด์ ในสมัยนั้นนักธรณีวิทยาได้ศึกษาพบแล้วว่า เกาะกรีนแลนด์กำลังเคลื่อนที่ ซึ่งเวกเนอร์ได้อ้างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่าสอดคล้องกันทฤษฎีของเขา

2. ปัจจุบัน พื้นทวีปไม่ได้ติดต่อกันเป็นแผ่นเดียว แต่กระจายไปตามส่วนต่าง ๆ ของโลก โดยมีมหาสมุทรและทะเลคั่นอยู่ นักธรณีวิทยาได้ศึกษาพบว่า ทวีปต่าง ๆ ในโลก ไม่ได้อยู่นิ่งกับที่ แต่สามารถเคลื่อนที่ได้ และสิ่งต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นเปลือกโลกนั้น ไม่ได้รวมติดกันเป็นแผ่นเดียว แต่มีรอยแยกอยู่หลายแห่ง รอยแยกเหล่านี้ส่วนใหญ่จะลึกลงไปจากผิวโลก จากรอยแยกทำให้สามารถแบ่งเปลือกโลกที่มีขนาดใหญ่ออกเป็น 6 แผ่น แต่ละแผ่นเรียกว่า แผ่นเปลือกโลก (Plate) หรือแผ่นธรณีภาค (Lithosphere Plate) (แผ่นเปลือกโลก หมายถึง ชั้นเปลือกโลกรวมกับชั้นเนื้อโลกส่วนบน) แผ่นเปลือกโลกมีทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก แผ่นเปลือกโลกขนาดใหญ่มี 6 แผ่น ดังนี้

1) แผ่นยูเรเชีย เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปเอเชียและทวีปยุโรป รวมทั้งพื้นน้ำบริเวณใกล้เคียง

2) แผ่นอเมริกา เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปอเมริกาเหนือ ทวีปอเมริกาใต้ และพื้นน้ำครึ่งซีกตะวันตกของมหาสมุทรแอตแลนติก

3) แผ่นแปซิฟิก เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับมหาสมุทรแปซิฟิก

4) แผ่นอินเดีย-ออสเตรเลีย เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปออสเตรเลีย ประเทศอินเดีย และพื้นน้ำระหว่างประเทศทั้งสอง

5) แผ่นแอนตาร์กติก เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปแอนตาร์กติกและพื้นน้ำโดยรอบ

6) แผ่นแอฟริกา เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปแอฟริกาและพื้นน้ำรอบ ๆ ทวีปนี้

3. ในอนาคต แผ่นเปลือกโลกต่าง ๆ จะยังคงมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ทำให้ทวีปต่าง ๆ ที่พบอยู่ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงได้อีก เช่น อีก 50 ล้านปีข้างหน้า อลาสกาและรัสเซียอาจจะเชื่อมต่อกันก็ได้

กลไกที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก ได้แก่

1. การเคลื่อนที่ของหินหนืด หินหนืดที่หลอมเหลวอยู่ในชั้นเนื้อโลก ได้รับความร้อนจากแก่นโลก ทำให้หินหนืดเคลื่อนที่ไหลวนช้า ๆ ส่งผลให้แผ่นเปลือกโลกที่อยู่บนหินหนืดเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ ตามหินหนืดไปด้วย

2. การแทรกตัวของหินหนืดตามรอยแยกของเปลือกโลก เนื่องจากแผ่นเปลือกโลกที่อยู่ใต้มหาสมุทร มีความหนาแน่นน้อยกว่าแผ่นเปลือกโลกส่วนที่เป็นทวีป หินหนืดในชั้นเนื้อโลกจึงสามารถแทรกตัวขึ้นมาตามรอยแยกระหว่างแผ่นเปลือกโลกที่อยู่ใต้มหาสมุทรได้ง่ายกว่า หินหนืดในชั้นเนื้อโลกจึงทำหน้าที่เป็นตัวดันและพยุ้งให้แผ่นเปลือกโลกใต้มหาสมุทรเคลื่อนที่และแยกออกจากกัน

ลักษณะการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก

1. แบบแยกออกจากกัน เป็นบริเวณที่แผ่นเปลือกโลกสองแผ่นเคลื่อนที่ออกจากกัน เกิดจากบริเวณขอบแผ่นเปลือกโลกปริแตก เนื่องจากการดันขึ้นมาจากแมกมา ขอบแผ่นเปลือกโลกแบบนี้ จึงมีการปะทุของลาวาเป็นเทือกภูเขาไฟตามแนวขอบ เป็นการเพิ่มเนื้อที่เปลือกโลก

2. แบบเคลื่อนที่เข้าหากัน เกิดจากแผ่นเปลือกโลกสองแผ่นเคลื่อนที่เข้าหากัน เมื่อชนกัน ทำให้แผ่นเปลือกโลกแผ่นหนึ่งมุดตัวลงข้างใต้อีกแผ่นหนึ่ง เปลือกโลกส่วนที่มุดนั้นหายลงไปชั้นเนื้อโลก เป็นการสูญเสียเนื้อที่เปลือกโลก

3. แบบเฉือนกัน เมื่อแผ่นมหาสมุทรแยกตัวออกจากกัน อัตราการแยกตัวไม่ได้เท่ากันตลอดแนว ทำให้เกิดรอยแตกและเลื่อนตัวเฉือนออกจากกัน ขอบแผ่นเปลือกโลกแบบนี้ไม่มีการสูญเสียหรือสร้างเนื้อเปลือกโลก เช่น รอยเลื่อนซานแอนเดรียส ในสหรัฐอเมริกา

ผลการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก

การเคลื่อนที่ของหินหนืดภายในโลก มีผลทำให้แผ่นเปลือกโลกเคลื่อนที่ได้ และการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกทำให้เกิดกระบวนการต่าง ๆ หลายกระบวนการ เช่น การยกตัว การยุบตัว การคดโค้งงอ เป็นต้น ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดภูเขา แผ่นดินไหว และภูเขาไฟ

ภูเขา

ภูเขาเกิดขึ้นได้หลายกระบวนการ และแต่ละกระบวนการจะใช้เวลานานมาก ซึ่งกระบวนการเกิดภูเขาที่สำคัญมีดังนี้

1. การยกตัวขึ้นของพื้นทวีป เนื่องจากได้รับแรงดันจากหินหนืดใต้ผิวโลก กระบวนการนี้มีหลายขั้นตอน และแต่ละขั้นตอนจะใช้เวลานานมาก ภูเขาที่เกิดขึ้นด้วยวิธีนี้จะเป็นเทือกเขาแนวยาว เช่น การเกิดเทือกเขาทางภาคเหนือและภาคใต้ของไทย
2. การดันของหินหนืดที่ใต้ผิวโลกแล้วเย็นตัวก่อนที่จะไหลออกมา เช่น การเกิดภูเขาหินแกรนิตทางทิศตะวันตกของภาคกลาง
3. การเคลื่อนที่ชนกันของแผ่นเปลือกโลก เมื่อแผ่นเปลือกโลก 2 แผ่นที่มีความหนาแน่นเคลื่อนที่ชนกัน ทำให้ชั้นหินได้รับพลังงานอย่างมหาศาล เกิดการบิดและคดโค้ง การดันกันทำให้บริเวณขอบยกตัวเป็นเทือกเขาสูง เช่น ภูเขาหิมาลัย ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย เกิดจากการชนกันของแผ่นอินเดีย - ออสเตรเลียกับแผ่นยูเรเชีย ภูเขาตะนาวศรี ภูเขาเพชรบูรณ์ เป็นต้น

4. การที่ผิวโลกมีความทนทานต่อการกร่อนไม่เท่ากัน โดยผิวโลกส่วนที่ไม่แข็งแรงจะถูกกัดกร่อนทำลายไป ส่วนที่แข็งแรงจะยังคงอยู่ เช่น การเกิดภูกระดึง จังหวัดเลย การเกิดเทือกเขาภูพานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

แผ่นดินไหว (Earthquake)

แผ่นดินไหว คือ การสั่นสะเทือนของแผ่นดิน ในจุดใดจุดหนึ่งบนพื้นผิวโลก

สาเหตุการเกิดแผ่นดินไหว มี 2 สาเหตุใหญ่ คือ

1. การกระทำของมนุษย์ ได้แก่ การทดลองระเบิดปรมาณู แรงระเบิดของการทำเหมืองแร่ เป็นต้น

2. การกระทำของธรรมชาติ ได้แก่

2.1 การระเบิดของภูเขาไฟ

2.2 การเกิดรอยเลื่อนของหินใต้ผิวโลก (ขณะที่แผ่นเปลือกโลกชนกัน จะเกิดการถ่ายเทพลังงานให้แก่ชั้นหิน เกิดการสะสมจนชั้นหินไม่สามารถทนรับแรงอัดกระทั่งแตกได้ จะเกิดการแตกเป็นรอยในชั้นหิน เรียกว่า "รอยเลื่อน")

บริเวณที่จะเกิดแผ่นดินไหวได้มากกว่าบริเวณอื่น ๆ คือ

1. บริเวณขอบหรือรอยแยกระหว่างแผ่นเปลือกโลก เพราะแผ่นเปลือกโลกมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ดังนั้นบริเวณรอยแยกนี้จึงมีโอกาที่จะเกิดการกระทบกระทั่งได้ง่ายกว่าบริเวณอื่น

2. บริเวณแนวรอยเลื่อนมีพลัง เป็นบริเวณที่ชั้นหินแตกแล้วถูกแรงเฉือนออกจากกันจนฉีกขาด เช่น แนวรอยเลื่อนซานแอนเดรียส ในสหรัฐอเมริกา เป็นสาเหตุการเกิดแผ่นดินไหวในรัฐแคลิฟอร์เนีย และแนวรอยเลื่อนด้านเจดีย์สามองค์ ที่จังหวัดกาญจนบุรี เป็นต้น

3. บริเวณภูเขาไฟมีพลัง ภูเขาไฟที่กำลังคุกรุ่น มักส่งแรงสั่นสะเทือนมาก่อนการปะทุ เนื่องจากการดันขึ้นมาจากมวลก๊าซและมวลหินหลอมเหลวที่แทรกดันขึ้นมาเป็นจำนวนมากมหาศาล ผลของแผ่นดินไหว

1. มีผลต่อภูมิประเทศ ทำให้เปลือกโลกเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน เช่น โค้งงอ แผ่นดินถล่ม หิมะละลาย อาจเกิดคลื่นเป็นระลอก ๆ บนผิวดิน หรือเกิดคลื่นใต้น้ำ

2. มีผลต่อสิ่งก่อสร้าง เช่น เขื่อน ถนน รางรถไฟ สะพาน ท่อประปา สายไฟฟ้า สายเคเบิล ถูกทำลาย อาคารบ้านเรือนเสียหาย

3. คน สัตว์ ตายเป็นจำนวนมาก

ภูเขาไฟ

ภูเขาไฟเป็นการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกที่เกิดจากหินหนืดที่อยู่ใต้เปลือกโลก มีอุณหภูมิและความดันที่สูงมาก จึงพยายามดันและแทรกตัวตามรอยแตกขึ้นสู่ผิวโลก โดยมีแรงปะทุหรือแรงระเบิดเกิดขึ้น

เมื่อภูเขาไฟระเบิดสิ่งที่พุ่งออกจากปล่องภูเขาไฟคือ ลาวา ไอน้ำ ฝุ่นละออง เศษหิน และแก๊สต่าง ๆ เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สไนโตรเจน แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และแก๊สที่มีปริมาณเพียงเจือจาง เช่น แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สไฮโดรเจน เป็นต้น

บริเวณที่มักเกิดภูเขาไฟระเบิด

ภูเขาไฟมักเกิดขึ้นที่บริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นเปลือกโลก เช่น บริเวณของทวีป

ที่มีการมุดตัวของแผ่นเปลือกโลกใต้พื้นมหาสมุทรลงไปสู่ใต้เปลือกโลกที่เป็นส่วนของทวีป เพราะแผ่นเปลือกโลกที่มุดตัวลงไปจะถูกหลอมกลายเป็นหินหนืด และแทรกตัวขึ้นมาได้ง่ายกว่าบริเวณอื่น ๆ

ผลที่เกิดขึ้นจากภูเขาไฟระเบิด

1. ทำให้เปลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก
2. สร้างความเสียหายให้แก่มนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก
3. ในบริเวณที่เคยมีภูเขาไฟในอดีตและได้ดับลงแล้ว มักจะพบว่าภูเขามีลักษณะเด่นงดงาม มีน้ำพุร้อน เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สวยงาม ลาวาที่แข็งตัวนั้นกลายเป็นหินหนืดที่มีสภาพแข็งแกร่ง มนุษย์นำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น และยังเกิดแร่ที่สำคัญ ๆ อีกมากมาย

การผุพังอยู่กับที่ (Weathering)

การผุพังอยู่กับที่ (Weathering) หมายถึง การที่หินเกิดการผุสลายอยู่กับที่

ประเภทของการผุพังอยู่กับที่

1. การผุพังทางกายภาพ (Physical Weathering) เป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดของมวลหินให้มีขนาดเล็กลง โดยที่เนื้อหินไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ การผุพังทางกายภาพเป็นสาเหตุให้เกิดรอยแตกในหิน เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการผุพังอื่น ๆ ที่ตามมา ช่วยให้หินถูกย่อยสลายได้เร็ว

1.1 ความไม่สมดุลของแรงกดดัน เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้หินเกิดแตกออกมาเนื่องจากพื้นผิวของหินปราศจากสิ่งทับถม เพราะกระบวนการกร่อนที่ทำให้มวลหินด้านบนที่กดทับอยู่ถูกสึกกร่อนไปเกือบหมด ทำให้น้ำหนักกดทับหายไป นักธรณีวิทยาเชื่อว่ามวลหินที่อยู่ลึกจากผิวโลกลงไป จะอยู่ในสภาวะที่ยึดหดตัวอยู่ตลอดเวลาแต่มีอัตราน้อยมาก ดังนั้นเมื่อเกิดความไม่สมดุลของแรงกดดันขึ้นมา จึงทำให้ด้านบนของมวลหินถูกดันให้แตกออกเป็นแผ่น

1.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เมื่อหินถูกแสงอาทิตย์แผดเผาในตอนกลางวัน ความร้อนจากแสงอาทิตย์ทำให้เนื้อหินขยายตัว ในตอนกลางคืนอากาศเย็นลง เนื้อหินจะหดตัว แต่เนื้อหินประกอบด้วยแร่หลายชนิดที่มีอัตราการขยายตัวและหดตัวแตกต่างกัน ทำให้เนื้อหินขยายตัวและหดตัวไม่พร้อมกันทั่วเนื้อหิน จึงเกิดแรงดึงทำให้เกิดรอยแตก กระบวนการนี้เกิดในบริเวณที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันมาก เช่น ในทะเลทราย

1.3 การแข็งตัวและการละลายของน้ำ เกิดจากน้ำที่อยู่ในรอยแยกของหินแข็งตัว น้ำจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นดันรอยแตกหินให้กว้างขึ้น คล้ายกับลิมน้ำแข็งที่ตอกเข้าไปในหิน เมื่อน้ำแข็งละลาย มีน้ำไหลลงไปเพิ่มเติม เมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง จะเกิดแรงดันให้รอยแตก

ขยายกว้างขึ้นไปกว่าเดิม เมื่อเกิดขึ้นหลาย ๆ ปี หินจะแตกแยกออกจากกันเป็นช่องกว้างมากขึ้น จนหินแตกออกจากกัน มักเกิดขึ้นในเขตที่มีอุณหภูมิสลับไปมาจากต่ำกว่าศูนย์องศา จนน้ำเป็นน้ำแข็ง และสูงกว่าศูนย์องศาจนน้ำแข็งละลายเป็นน้ำ

1.4 การเจริญเติบโตของต้นไม้ รากของต้นไม้หลายชนิดอาจไซ้เข้าไปในรอยแยกของหิน เมื่อรากต้นไม้ใหญ่ขึ้น ก็จะออกแรงผลักดันให้รอยแยก แยกห่างออกมากขึ้น เมื่อเวลาผ่านไป รากของต้นไม้เล็ก ๆ สามารถทำให้หินแตกออกและลอดผ่านช่องรอยแตกนั้นไปได้

2. การผุพังทางเคมี (Chemical Weathering) เป็นการเปลี่ยนส่วนประกอบทางเคมีของหิน โดยหินผุสลายกลายเป็นวัสดุใหม่ที่มีส่วนประกอบต่างไปจากหินเดิม ตัวการที่สำคัญที่สุด คือ น้ำ นอกจากน้ำเป็นตัวการโดยตรงแล้ว ยังเป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาด้วย

การผุพังทางเคมี มีหลายประเภทขึ้นอยู่กับชนิดของปฏิกิริยาเคมีระหว่างหินและตัวการดังนี้

2.1 การละลาย (Solution) เป็นการผุสลายของแร่ที่มีน้ำเป็นตัวการที่สำคัญที่สุด การละลายเกิดกับหินที่ประกอบด้วยแร่ที่ละลายน้ำได้ เช่น แคลไซต์ (แคลเซียมคาร์บอเนต) ซิลิกา และเกลือหิน เป็นต้น

2.2 กระบวนการแตกตัวของน้ำ (Hydrolysis) เป็นการผุสลายของหินโดยน้ำเข้าทำปฏิกิริยาเคมีกับแร่ในหิน ทำให้แร่ผุสลายเกิดสารชนิดใหม่ขึ้น เช่น ทำให้หินอัคนีที่มีแร่เฟลด์สปาร์ผุสลายแล้วให้แร่ดินขาว

2.3 กระบวนการเติมออกซิเจน (Oxidation) จะเกิดขึ้นเมื่อออกซิเจนเข้าไปสัมผัสกับแร่เหล็กที่ปะปนอยู่ในเนื้อหิน โดยมีความชื้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้เกิดเป็นคราบสนิมเหล็ก และหลุดออกจากมวลหินในลำดับต่อมา กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นอย่างกว้างขวางในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูฝน เพราะมีความชื้นอย่างเพียงพอ

การกร่อน

การกร่อน หมายถึง กระบวนการที่ทำให้สารเปลือกโลกหลุดออกไป

สาเหตุของการกัดกร่อน

สาเหตุของการกัดกร่อนขึ้นอยู่กับตัวการหลายชนิด ได้แก่ กระแสน้ำ น้ำใต้ดิน

กระแสนลม คลื่น และแรงโน้มถ่วงของโลก

1. การกร่อนโดยกระแสน้ำ

กระแสน้ำจะกัดเซาะเปลือกโลกให้สึกกร่อนพังทลายลงมา และพัดพาเอาชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่หลุดออกมาให้เคลื่อนที่ไปและเกิดการทับถม ดังนี้

1) การที่กระแสน้ำกัดเซาะบริเวณริมฝั่งคลอง แม่น้ำ ลำธารจนพังทลายไป เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ โดยรูปร่างของแม่น้ำ ลำธาร จะมีผลต่อการไหลของน้ำ และการทับถมของตะกอน

2) การทับถมของตะกอนที่เกิดจากการกร่อนและพัดพาโดยกระแสน้ำจะถูกทับถม เป็นชั้น ๆ มีลักษณะแตกต่างกันไปตามลักษณะพื้นที่ที่กระแสน้ำพัดผ่านไป เช่น

- เนินตะกอนรูปพัด (Alluvial Fan) เกิดจากกระแสน้ำไหลจากภูเขาสูงสู่ที่ราบ ที่มีร่องน้ำกว้างกว่าเดิมมาก ๆ ทำให้ความเร็วของกระแสน้ำลดลง จนไม่สามารถพัดพาตะกอน ไปได้ ตะกอนจะทับถมกันเป็นเนินตะกอนรูปพัด

- ดินดอนสามเหลี่ยม (Delta) เกิดจากกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำที่ ไหลลงสู่ทะเลไหลช้าลง ทำให้เกิดการทับถมของตะกอนที่บริเวณปากแม่น้ำ ลักษณะคล้าย รูปสามเหลี่ยม

2. การกร่อนเนื่องจากน้ำใต้ดิน

น้ำใต้ดิน หมายถึง น้ำที่อยู่ใต้ผิวดินลงไป โดยแทรกอยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ในรอยแตกของหินหรือเปลือกโลก

น้ำใต้ดินเป็นตัวการกัดเซาะที่สำคัญที่ทำให้เกิดถ้ำ และหลุมยุบโดยน้ำใต้ดินอาจทำให้ ชั้นหินใต้ดินพังทลายได้เช่นเดียวกับน้ำที่อยู่บนผิวดิน บริเวณที่เป็นหินปูน น้ำใต้ดินซึ่งมีสภาพ เป็นกรดอ่อน ๆ จะค่อย ๆ ละลายเนื้อหิน และจะซึมผ่านรอยแตกของหินทำให้รอยแตกนั้น ขยายกว้างยิ่งขึ้น จนเป็นโพรงขนาดใหญ่ การเกิดโพรงนี้ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นใต้ระดับน้ำ ต่อมา ผิวน้ำที่เกิดการยกตัวจึงทำให้ระดับน้ำในถ้ำหรือโพรงใต้ดินลดลง ถ้ำดังกล่าวจึงโผล่ขึ้นมา อยู่เหนือระดับน้ำ

3. การกร่อนเนื่องจากกระแสลม

ลมเป็นปัจจัยที่มีผลน้อยที่สุดต่อการเกิดการกร่อน กระแสลมจะทำให้เปลือกโลก เกิดการกร่อนได้มาก ถ้าบริเวณนั้นเป็นเขตที่แห้งแล้ง ผิวดินขาดพืชคลุมดิน เช่น เขตทะเลทราย บริเวณที่ป่าไม้ถูกทำลาย และภูเขาที่โล่งเตียน

4. การกร่อนเนื่องจากคลื่น

คลื่นทำให้เกิดการกร่อนตามแนวชายฝั่ง โดยคลื่นจะกัดเซาะพื้นดิน คลื่นขนาดใหญ่ จะปะทะกับหินต่าง ๆ ที่อยู่ตามแนวชายทะเลด้วยแรงมหาศาล ในที่สุดก็จะทำให้หินแตกออกเป็นชิ้น ๆ ได้ และคลื่นยังทำให้รอยแยกเล็ก ๆ ของหินมีขนาดใหญ่ขึ้น ในที่สุดก็จะเกิด การพังทลายลงมาได้ เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ช้าลง ทำให้ตะกอนตกลงไปอยู่ใต้ก้นทะเล และ

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปถึงชายฝั่ง ก็เกิดการทับถมเป็นชายหาด

5. การกร่อนเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

แรงโน้มถ่วงของโลกทำให้เปลือกโลกกร่อนได้ เพราะแรงโน้มถ่วงของโลกจะดึงดูดวัตถุให้เคลื่อนที่จากบริเวณที่สูงลงสู่บริเวณที่ต่ำกว่า เช่น การเคลื่อนที่ของธารน้ำแข็ง

ธารน้ำแข็ง (Glacier) เกิดจากการที่หิมะตกลงมาแล้วสะสมกันจนหนา แล้วเกิดการเคลื่อนตัวลงมาอย่างช้า ๆ ซึ่งมักจะเกิดบริเวณที่ลาดชัน หรือตามไหล่เขา ขณะที่หิมะที่สะสมกันจนเป็นก้อนน้ำแข็งขนาดมหึมาเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ จะค่อย ๆ ขูดถอนเอาหินต่าง ๆ ติดไปด้วย เป็นกระบวนการที่เรียกว่า การแฉกถลอกของหิน (Plucking) หินจำนวนมาก ยังคงติดอยู่ใต้ธารน้ำแข็งและถูกลากไปพร้อม ๆ กับธารน้ำแข็ง กระบวนการนี้เรียกว่า การครูด (Abrasion) ซึ่งเป็นการขัดถูและเสียดสีของหินกับพื้นที่ยอมรับ

ธรณีสัณฐานของประเทศไทย

ผลของกระบวนการทางธรณีต่อการเกิดภูมิประเทศที่แตกต่างกัน

1) การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกที่เกิดขึ้นในลักษณะการยกตัว การยุบตัว และการคดโค้งงอ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ จะต้องใช้เวลานานมากจึงจะสังเกตเห็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น การเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกทำให้เกิดภูมิประเทศที่เป็นเทือกเขาได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคใต้ ซึ่งเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน มีต้นเขาอยู่ในแนวเหนือ - ใต้ ทั้งนี้เกิดจากอิทธิพลการยกตัวของภูเขาหิมาลัย ภูเขาบริเวณดังกล่าวมีอายุหลายยุค ประกอบด้วยหินแตกต่างกันหลายชนิด ทำให้รูปร่างของภูมิประเทศแตกต่างกันไปได้หลายอย่าง การยกตัวนอกจากจะทำให้เกิดเทือกเขาแล้ว ยังทำให้เกิดที่ราบสูงได้อีกด้วย ได้แก่ พื้นที่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 1 ใน 3 ของประเทศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือถูกยกตัวขึ้นสูง เป็นที่ราบสูงและภูเขาที่มีรูปร่างเป็นสันเขาเรียบคล้ายโต๊ะ จึงทำให้ภูมิประเทศของภาคนี้แตกต่างจากภาคอื่น

- การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น การเกิดแผ่นดินไหว เกิดภูเขาไฟระเบิด ทำให้ผิวโลกบางส่วนอาจแยกตัวออก บางส่วนอาจเกิดการถล่มทลายและยุบตัวลง เช่น ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้ เนื่องจากการพบร่องรอยการเกิดภูเขาไฟตามขอบของที่ราบสูง

2) การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกที่เกิดในลักษณะของการกร่อน การพัดพา และการทับถม ทำให้เกิดที่ราบลุ่มกว้างใหญ่ในภาคกลาง ซึ่งเกิดจากการสะสมตัวของตะกอนตม

ที่ถูกกัดกร่อนและพัดพามาทับถมโดยแม่น้ำสายต่าง ๆ ได้แก่ แม่น้ำปิง วัง ยม น่าน และแม่น้ำเจ้าพระยา

กระบวนการทางธรณีที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกนี้จะเกิดขึ้นตลอดเวลา เมื่อเวลาผ่านไปนาน ๆ จะทำให้ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นอยู่ในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไป เช่น การเกิดแผ่นดินไหว ทั้งนี้เพราะตำแหน่งที่ตั้งของประเทศไทยตั้งอยู่ไม่ห่างจากแนวรอยแยกระหว่างเปลือกโลกมากนัก และแผ่นยูเรเชียที่รองรับประเทศไทยได้รับแรงดันจากแผ่นออสเตรเลียอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้แนวรอยแยกระหว่างเปลือกโลกก็อาจจะเปลี่ยนแปลงไปอีก เมื่อเวลาผ่านไปนาน ๆ ซึ่งอาจก่อให้เกิดแนวรอยแยกระหว่างเปลือกโลกชั้นใหม่ใกล้ประเทศเราเมื่อใดก็ได้

การสอนวิทยาศาสตร์

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการและเจตคติ โดยให้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ เช่น การสังเกต วิเคราะห์ สืบเสาะ สืบค้น จากร่องรอย หลักฐาน หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนจึงต้องเลือกวิธีสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา ดังเช่น

1. การสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์

การสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จัดเป็นวิธีสอนแบบหนึ่งที่น่าเอาขึ้นตอน หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบมาใช้ในการสอน วิธีสอนแบบนี้เรียกได้หลายอย่าง เช่น วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ วิธีสอนแบบแก้ปัญหา หรือ วิธีสอนแห่งปัญญา ผู้ที่เสนอความคิดให้นำวิธีทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอน คือ จอห์น ดิวอี้ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จริง ๆ ในการคิดที่เป็นไปตามลำดับขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนของการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้กำหนดเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่ง สมจิต สวธนไพบุลย์ (2541, หน้า 99 – 101) สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดขอบเขตของปัญหา โดยครูและนักเรียนร่วมกันเตรียมมาอภิปรายร่วมกันจนเกิดปัญหาเร้าความสนใจของนักเรียนให้เกิดจุดร่วมปัญหาต่าง ๆ ในเรื่องที่จะเรียนร่วมกัน กิจกรรมที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาอาจจะได้แก่

1. การได้สังเกตของจริง ภาพประกอบที่ครูหรือนักเรียนช่วยกันเตรียมมาอภิปรายร่วมกันจนเกิดปัญหา
2. อาศัยการทดลองหรือการสาธิตเป็นขั้นต้น เพื่อนำไปสู่การเกิดปัญหา
3. การเล่าเรื่องตำนาน หรือนิทานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นการเร้าความสนใจ

ให้เกิดขึ้น และการตั้งปัญหาจะตามมาในภายหลัง

4. การให้ดูภาพยนตร์ ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว
5. การทนายปัญหา
6. การใช้ข่าวและเหตุการณ์ประจำวัน หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นขณะนั้น
7. การสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจ เช่น บทบาทสมมติ เล่นเกม หรือสถานการณ์

อื่นเพื่อเป็นการสร้างให้เกิดปัญหา

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐานการแก้ปัญหา สมมติฐานจะเกิดจากการที่ได้สังเกตข้อเท็จจริงต่าง ๆ จนสามารถคาดคะเนสิ่งต่าง ๆ อย่างเป็นเหตุผล การตั้งสมมติฐานจะเป็นไปในลักษณะการวางแผนกิจกรรมร่วมกัน เพื่อที่จะหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาต่าง ๆ คือ หาว่าจะใช้วิธีใดในการหาคำตอบ ซึ่งจะต้องให้หลาย ๆ วิธีร่วมกัน ไม่ใช่เพียงวิธีหนึ่งเพียงวิธีเดียว

ขั้นที่ 3 ทดลองและรวบรวมข้อมูล เมื่อได้วางแผนกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อที่จะหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาแล้วก็ลงมือรวบรวมข้อมูลจากการอ่าน หรือจากการทดลอง แล้วจดบันทึกรายละเอียดของข้อมูลเหล่านั้นเอาไว้ ครูมีบทบาทเป็นที่ปรึกษาคอยแนะแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น แนะนำแหล่งข้อมูลหรือเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทดลองให้พร้อม

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล เมื่อครูและนักเรียนได้ความรู้ต่าง ๆ จากปัญหาที่วางไว้เป็นแนวทางแล้ว ก็ควรจะนำข้อมูลนั้นมาเสนอเพื่อให้สมาชิกได้อภิปรายเพิ่มเติมความเข้าใจของแต่ละบุคคล มีการซักถามหรือแสดงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้ ครูต้องเป็นผู้คอยตรวจสอบความถูกต้องของข้อเท็จจริง ช่วยขยายเพิ่มเติมส่วนที่ยังขาดและเสริมส่วนที่ยังคลุมเครือให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 สรุปผล เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการ เป็นผลสรุปที่ได้จากข้อมูลต่าง ๆ สรุปได้ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบวิธีหนึ่ง ซึ่งให้กระบวนการคิดและกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริงหาความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ และสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์จะทำให้ผู้ที่นำไปใช้ไม่สรุปสิ่งใดโดยปราศจากเหตุผล แต่จะสังเกตอย่างถี่ถ้วนหาข้อมูลเพิ่มเติมจนเพียงพอ เพื่อนำไปสู่การทดสอบหาสาเหตุ หรือวิธีการที่ถูกต้อง จึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อฝึกผู้เรียนไปสู่การคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ ตลอดจนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และอาจนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจรรยา ภูสีฤทธิ์ (2550, หน้า 69) ที่ได้ศึกษา

การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ John Dewey พบว่านักเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคิดเป็นร้อยละ 80.00 และจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคิดเป็นร้อยละ 80.00 ผู้วิจัยจึงได้นำการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชุดการสอนที่ 5 เรื่อง การผูกพันอยู่กับที่ เพื่อให้ให้นักเรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

2. การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ (Cooperative Learning)

การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 224 – 225) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมวิธีหนึ่ง เนื่องจากขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันในกลุ่ม นักเรียนจะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกของกลุ่ม และการที่แต่ละคนมีวัยใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถสื่อสารกันได้อย่างดี แต่การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจที่มีประสิทธิภาพนั้น ต้องมีรูปแบบหรือมีการจัดระบบอย่างดี นักการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษาค้นคว้าอย่างกว้างขวางเพื่อจะนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ รวมทั้งวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ด้วย

แนวคิดหลักที่จะนำไปสู่การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 6 ประการ (Kagan, 1994) ดังนี้

1. การจัดกลุ่ม กลุ่มที่จะเรียนรู้ด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ ควรเป็นกลุ่มละ 4 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูง ปานกลาง ค่อนข้างต่ำ และต่ำ และหญิงชายเท่า ๆ กัน ในบางกรณีอาจจัดกลุ่มโดยวิธีอื่น เช่น ในการศึกษาเรื่องลึกเฉพาะ เช่น ทำโครงงาน วิทยาศาสตร์ควรจัดกลุ่มนักเรียนที่มีความสนใจเหมือนกัน หรือจัดกลุ่มโดยวิธีสุ่ม เมื่อต้องการทบทวนความรู้ และจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันประมาณ 6 สัปดาห์ จึงเปลี่ยนจัดกลุ่มใหม่

2. อุดมการณ์ หมายถึง ความมุ่งมั่นและอุดมการณ์ของนักเรียนที่จะร่วมงานกัน นักเรียนจะต้องมีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้และมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน สิ่งเหล่านี้ต้องสร้างให้เกิดขึ้นและให้คงไว้ โดยให้ทำกิจกรรมหลากหลาย เช่น การสร้างความมุ่งมั่นของกลุ่มที่จะทำงานร่วมกัน การสร้างความมุ่งมั่นของชั้นเรียนที่จะช่วยกัน

3. การจัดการ เพื่อให้กลุ่มทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการจัดการของครูและการจัดการของนักเรียนภายในกลุ่ม ครูจะต้องมีการจัดการที่ดี เพื่อให้การทำงานกลุ่มประสบ

ความสำเร็จ เช่น การควบคุมเวลา การกำหนดสัญญาณให้นักเรียนหยุดกิจกรรม ฯลฯ

4. ทักษะทางสังคม เป็นทักษะในการทำงานร่วมกัน มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน
ให้ความช่วยเหลือกัน ให้กำลังใจซึ่งกันและกัน รับฟังความคิดเห็นของกันและกัน

5. หลักการพื้นฐาน ได้แก่

5.1 การช่วยเหลือซึ่งกันและกันโดยมีแนวคิดที่ว่า เมื่อเราได้รับประโยชน์จากเพื่อน
เพื่อนก็จะได้รับประโยชน์จากเรา ความสำเร็จของกลุ่ม คือ ความสำเร็จของแต่ละคน

5.2 ยอมรับว่าแต่ละคนในกลุ่มต่างมีความสามารถและมีความสำคัญต่อกลุ่ม
แต่ละคนมีส่วนร่วมในการทำงานให้กลุ่มสำเร็จ

5.3 ทุกคนในกลุ่มต้องให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วมในงานของกลุ่มเท่าเทียมกัน

5.4 ทุกคนในกลุ่มต้องมีปฏิสัมพันธ์กันตลอดเวลาที่ทำงานในกลุ่ม

ภารกิจที่ครูต้องทำ (นลินี บำเรอราช, ม.ป.ป., หน้า 10 – 13)

ลักษณะการเรียนรู้ร่วมกันจะเกิดขึ้นได้ขึ้นอยู่กับ การปฏิบัติตามภารกิจของครูต่อไปนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ ทั้งจุดประสงค์ตามเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์ของการเรียนรู้
ร่วมกันว่าจะฝึกทักษะอะไร

2. วางแผนในการจัดสภาพชั้นเรียน การจัดกลุ่มนักเรียน โดยยึดหลักว่า ให้ความ
คละก้นทั้งด้านความสามารถ เก่ง ปานกลาง และพิเศษ - ชาย กลุ่มที่กำหนดขึ้นนี้
ต้องทำงานร่วมกันอย่างน้อย 1 ภาคเรียน เพื่อได้เรียนรู้การปฏิบัติตนในบทบาทต่าง ๆ

3. เตรียมบทเรียนและสื่อการสอน

4. กำหนดบทบาทของนักเรียนในกลุ่มในการทำงานกลุ่มแต่ละครั้ง ว่าควรมีบทบาท
ใดบ้าง และให้มีการสลับบทบาทกัน ใน 1 ภาคเรียน ทุกคนต้องทำงานครบทุกบทบาท ดังต่อไปนี้

4.1 ผู้นำ (Leader) ทำหน้าที่กำกับการทำงานของกลุ่ม

4.2 ผู้อ่าน (Reader) ทำหน้าที่อ่านข้อมูลหรือปัญหาให้นักเรียนในกลุ่มเข้าใจ
หรืออธิบายงาน

4.3 ผู้เขียนหรือผู้บันทึก (Writer/ Recorder) ทำหน้าที่จดคำตอบของคนในกลุ่ม
เขียนรายงาน

4.4 ผู้ตรวจสอบความถูกต้องของผลงาน และตรวจสอบว่าทุกคนมีความรู้ดี
ในเรื่องที่เรียน หรือรู้ดีในงานที่ทำเหมือนกัน

4.5 ผู้ชมเชย ทำหน้าที่ชมเพื่อน หรือเสริมแรงเพื่อน

4.6 ผู้ควบคุมเวลา ทำหน้าที่รักษาเวลา

4.7 ผู้สังเกต ทำหน้าที่สังเกตว่า ผู้ร่วมงานแต่ละคนทำงานอย่างไร

5. กำหนดงานที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ร่วมกัน ในด้านการพึ่งพาอาศัยกัน ในทางบวกว่าจะให้ทำงานอะไร เพียงใด และกำหนดงานที่จะตรวจสอบในด้านความรับผิดชอบรายบุคคล

6. อธิบายให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจนว่า นักเรียนควรแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในทางใดออกมาบ้าง

7. ควบคุมการทำงานของนักเรียน
8. ช่วยเหลือการทำงานของนักเรียน
9. สอนทักษะในการทำงานร่วมกัน
10. วัดผลความสำเร็จของการทำงานร่วมกัน
11. สรุปบทเรียนหลังการทำงานเสร็จแล้ว
12. วัดผลคุณภาพและปริมาณความรู้ของนักเรียน
13. ประเมินผลการทำงานของกลุ่ม

วิธีวัดผลที่เอื้อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ครูควรกำหนดวิธีวัดผล และแจ้งให้ผู้เรียนทราบก่อนว่า

1. การวัดผลใช้แบบอิงเกณฑ์ และจะวัดผลทั้งด้านความรู้ และด้านการทำงานกลุ่ม
2. วิธีการที่ใช้อาจเลือกงานของคนใดคนหนึ่งในกลุ่ม ตรวจสอบแล้วให้คะแนน และให้ถือว่าเป็นคะแนนที่ทุกคนในกลุ่มได้เท่ากัน เพื่อให้ทุกคนต้องช่วยกันให้มีความรู้ ความสามารถเท่ากัน
3. ครูอาจเปลี่ยนวิธีการเป็นตรวจงานของทุกคนในกลุ่ม แล้วหาคะแนนเฉลี่ย และถือว่าเป็นคะแนนของทุกคน เพื่อให้ทุกคนต้องช่วยกัน
4. ครูให้คะแนนรายบุคคลบวกกับคะแนนพิเศษ (Bonus Point) ถ้าทุกคนในกลุ่มทำงานได้ตามเกณฑ์ที่ครูตั้งไว้ นั่นคือใช้คะแนนพิเศษเป็นตัวกระตุ้นหรือเป็นตัวแรงเสริมในกิจกรรมคราวต่อ ๆ ไปถ้าครูต้องการพัฒนาความสามารถของกลุ่มให้สูงขึ้นอีก
5. ครูอาจใช้วิธีการให้คะแนนรายบุคคล บวกกับคะแนนพิเศษ ถ้ากลุ่มสามารถทำคะแนนได้สูงขึ้น นับเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มที่สมควรได้คะแนนพิเศษเป็นรางวัล
6. ครูอาจใช้วิธีการให้คะแนนทุกคนแล้วหาคะแนนเฉลี่ย บวกกับคะแนนการทำงานร่วมกันก็ได้ เพื่อเสริมแรงให้สมาชิกทุกคนตั้งใจทำงานตามบทบาทของตนให้ดี

ลำดับขั้นการจัดการเรียนการสอนให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน มี 5 ขั้น

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมตัวผู้เรียน

- ครูสอนทักษะในการเรียนรู้ร่วมกัน
- จัดกลุ่มนักเรียน
- บอกจุดประสงค์ของบทเรียน
- บอกจุดประสงค์ของการทำงานร่วมกัน

ขั้นที่ 2 ขั้นศึกษาหาความรู้

- นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม
- นักเรียนศึกษาหาความรู้จากแหล่งข้อมูล

ขั้นที่ 3 นักเรียนทำงานกลุ่ม

- นักเรียนทำงานกลุ่มตามบทบาทที่ทุกคนต้องปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงานและทดสอบ

- ครูตรวจสอบผลงาน (กลุ่ม และ/ หรือบุคคล)

ขั้นที่ 5 สรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม

- ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียน
- ครูและนักเรียนประเมินผลการทำงานกลุ่ม

การจัดการเรียนการสอนให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน (Cooperative Learning)

ช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ได้พัฒนากระบวนการคิด ทักษะในการสื่อสาร ทักษะทางสังคม รวมทั้งการจัดการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชานาญ คำชู (2547, หน้า 78)

ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำการจัดการเรียนการสอนให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน (Cooperative Learning) มาใช้ในชุดการสอนที่ 1 เรื่องโลกของเรา เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมมือกันทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นการสอดคล้องกับธรรมชาติและความเป็นจริงของชีวิตที่ทุกคนต้องพึ่งพา

อาศัยกัน

3. รูปแบบการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง: โมเดลชิปปา (CIPPA Model)

ทศนา แหมมณี (2550, หน้า 282 - 284) ได้พัฒนารูปแบบนี้ขึ้นใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Construction of Knowledge) ซึ่งนอกจากผู้เรียนจะต้องเรียนด้วยตนเองและฟังตนเองแล้วยังต้องฟังการปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับเพื่อน บุคคลอื่น ๆ และสิ่งแวดล้อมรอบตัวด้วย รวมทั้งต้องอาศัยทักษะกระบวนการ (Process Skills) ต่าง ๆ จำนวนมากเป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้ นอกจากนั้นการเรียนรู้จะเป็นไปอย่างต่อเนื่องได้ดี หากผู้เรียนอยู่ในสภาพที่มีความพร้อมในการรับรู้ และเรียนรู้ มีประสบการณ์การรับรู้ที่ตื่นตัว ไม่เฉื่อยชา ซึ่งสิ่งที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนอยู่ในสภาพดังกล่าวได้ก็คือ การให้มีการเคลื่อนไหวทางกาย (Physical Participation) อย่างเหมาะสมกิจกรรมที่มีลักษณะดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง และความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้น จะมีความลึกซึ้งและอยู่คงทนมากขึ้น หากผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ (Application) ในสถานการณ์ที่หลากหลาย ด้วยแนวคิดดังกล่าว จึงเกิดแบบแผน "CIPPA" ขึ้น ซึ่งผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน โดยใช้วิธีการและกระบวนการที่หลากหลาย

ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบ

ผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียน สามารถอธิบาย ชี้แจง ตอบคำถามได้ดี นอกจากนั้นยังได้พัฒนาทักษะในการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การทำงานเป็นกลุ่ม การสื่อสาร รวมทั้งเกิดการใฝ่รู้ด้วย

การเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง: โมเดลชิปปา (CIPPA MODEL)

ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด การทำงาน การแก้ปัญหา กระบวนการกลุ่ม ได้นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนาวัน มัตนาวิ (2545, หน้า 71) ที่พบว่าชุดการสอนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแบบ CIPPA MODEL ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง "สมบัติของธาตุและสารประกอบของธาตุตามหมู่และคาบ" หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแบบโมเดลชิปปามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชุดการสอนที่ 1 เรื่องโลกของเรา ชุดการสอนที่ 2 เรื่องทรัพยากรธรณีและการอนุรักษ์ ชุดการสอนที่ 4 เรื่องผลของการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก และชุดการสอนที่ 7 เรื่องธรณีสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

4. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ความคิดรวบยอดโดยฝึกการทำแผนผังความคิด - ความรู้

นลินี บำเรอราช (ม.ป.ป., หน้า 15 - 16) ได้เสนอแนวคิดไว้ดังนี้

การฝึกทำแผนผังความคิด - ความรู้ (Concept Map) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ข้อมูลข่าวสารแบบหนึ่งที่เป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Verbal Learning) ของออสซูเบล (Ausubel, 1963) ตามทฤษฎีนี้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ ซึ่งอาจเป็นความคิดรวบยอดกับความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมองของผู้เรียนแล้ว สิ่งที่เรียนรู้ใหม่อาจปรากฏในหนังสือที่อ่าน หรือการได้รับข้อมูลข่าวสารจากการฟังคำก็ได้

การจัดประสบการณ์ให้นักเรียนฝึกทำแผนผังความคิด - ความรู้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดในสิ่งที่เรียน สามารถจัดกลุ่มความคิด - ความรู้ให้เป็นระบบและมีระดับ เป็นไปตามลักษณะความคิดรวบยอดที่มีหลายระดับ ตั้งแต่ความคิดรวบยอดระดับยอด ซึ่งเป็นมโนทัศน์ลักษณะกว้าง ๆ เป็นนามธรรม เป็นความคิดทั่วไป จนถึงความคิดรวบยอดระดับล่าง ซึ่งเป็นมโนทัศน์ลักษณะแคบเฉพาะเจาะจงหลาย ๆ อย่าง ซึ่งแยกเป็นประเด็นย่อยเรียงลำดับกันไป นอกจากนั้นยังทำให้ผู้เรียนเข้าใจในความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ระดับต่าง ๆ จนทำเป็นแผนผังที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจนเป็นภาพรวมของมโนทัศน์ระดับต่าง ๆ ทำให้บทเรียนนั้น ๆ มีความหมายต่อผู้เรียนและจดจำได้นาน

รูปแบบการจัดกิจกรรมการฝึกทำแผนผังความคิด - ความรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลการจัดทำแผนผังความคิด - ความรู้

- 1.1 ครูเสนอผลงานตัวอย่างการจัดทำแผนผังความคิด - ความรู้
- 1.2 นักเรียนอภิปรายประโยชน์ของการจัดทำแผนผังความคิด - ความรู้
- 1.3 นักเรียนศึกษาข้อมูลการจัดทำแผนผังความคิด - ความรู้

ขั้นที่ 2 การฝึกทำแผนผังความคิด - ความรู้

- 2.1 นักเรียนศึกษาเนื้อหา แล้วคิดพิจารณาความคิดหลัก ความคิดรอง รายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ
- 2.2 ออกแบบแผนผังความคิด - ความรู้ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่จะทำ
- 2.3 ลงมือปฏิบัติ สร้างผลงาน พร้อมทั้งปรับแก้ตามสมควรเกี่ยวกับเส้นโยงความสัมพันธ์ การใช้ลูกศร การใช้สีช่วยสร้างความชัดเจน และใช้รูปทรงเรขาคณิตล้อมกรอบความคิดรวบยอดแต่ละหัวข้อ

ขั้นที่ 3 การนำเสนอผลงานการทำแผนผังความคิด - ความรู้

- 3.1 นักเรียนนำเสนอผลงานที่จัดทำ พร้อมทั้งอธิบายการจัดทำ เหตุผล

การออกแบบ รูปลักษณะของแผนผัง และความรู้สึกในการจัดทำ

3.2 นักเรียนแลกเปลี่ยนประสบการณ์กันและกัน ด้วยการให้ความคิดเห็น หรือซักถามเกี่ยวกับการจัดทำแผนผังฯของเพื่อน ๆ ที่นำเสนอ

3.3 นักเรียนประเมินผลการจัดทำแผนผัง ฯ ของตนเองและของเพื่อน ๆ

ขั้นที่ 4 การปรับปรุงและพัฒนาแผนผังความคิด - ความรู้

4.1 นักเรียนคิดพัฒนาแผนผังต่อ เพื่อให้แผนผังมีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

4.2 นักเรียนจัดแสดงผลงานที่พัฒนา / ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว

4.3 นักเรียนรวบรวมผลงานการจัดทำแผนผังความคิด - ความรู้อย่างเป็น

ระบบ

4.4 นักเรียนบันทึกผลการเรียนรู้จากการจัดทำแผนผัง

การจัดประสบการณ์ให้นักเรียนฝึกทำแผนผังความคิด - ความรู้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดในสิ่งที่เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทรัพย์ทวี อภิญญาวาท (2543, หน้า 62) ได้ศึกษาการใช้เทคนิคแผนผังมโนติการศึกษาก่อนการปรับโครงสร้างความรู้และการเปลี่ยนมโนติในวิชา “การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม” ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป พบว่า

1. นักศึกษามีการปรับโครงสร้างความรู้เพิ่มมากขึ้น ค่าสถิติจากการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
 2. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้เทคนิคแผนผังมโนติ หลังการเรียนมีการเปลี่ยนมโนติเพิ่มมากขึ้น ค่าสถิติจากการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
- ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนฝึกทำแผนผังความคิด - ความรู้ มาใช้สอนในชุดการสอนที่ 5 เรื่องการผูกพันอยู่กับที่

5. การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 219 – 220) มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม กิจกรรมประกอบด้วยการซักถามหรือใช้สื่อต่าง ๆ การทบทวนความรู้เดิม เพื่อสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ

ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างตาราง

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มาทบทวนเพียงใด ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้ง หรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ สืบเสาะหาคำตอบเพื่อนำไปสู่การคิดที่เป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภวนา เรียมริมมะดัน (2549, หน้า 63) ที่ได้ทำการวิจัยพบว่าชุดการสอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องของเล่นของใช้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบ 5E (Inquiry Cycle) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 89.93/ 81.39 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/ 80 ที่ตั้งไว้ และพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชุดการสอนที่ 3 เรื่องการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก และชุดการสอนที่ 6 เรื่องการก่อรูป

สรุปได้ว่าการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาหลากหลายควรใช้วิธีสอนหลาย ๆ วิธี มาผสมผสานกัน เพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ของการเรียนการสอน และสร้างความสนใจของนักเรียนให้มีความสนใจใคร่รู้ติดตามอย่างต่อเนื่อง การนำเสนอการสอนวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นนั้น เป็นวิธีสอนที่ครูวิทยาศาสตร์สามารถนำมาใช้จัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา ได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้ใช้วิธีการสอนในหลาย ๆ รูปแบบดังที่กล่าวมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนได้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

6. การคิด

6.1 ความหมายของการคิด

กันยา สุวรรณแสง (2540) กล่าวว่า การคิดเป็นกระบวนการของจิตใจที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ และมีความซับซ้อนไม่แพ้การเรียนรู้ การคิดไม่มีขอบเขตจำกัด และมีความคล้ายกับคำว่าจินตนาการ (Imagination) แต่จินตนาการเป็นเพียงความคาดคะเนในเหตุการณ์สิ่งของหรือปรากฏการณ์เท่านั้น ส่วนการคิดเป็นกระบวนการแก้ปัญหา หรือพยายามหาเหตุผลของมนุษย์ เพื่อแก้ไขปัญหา

บรูเนอร์ และคณะ (Bruner et al., 1956 อ้างถึงใน ศุภพงศ์ อยู่ทอง, 2531) ให้ความหมายว่าการคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างแนวคิดรวบยอด (Concept Formation) ด้วยการจำแนกความแตกต่าง การจัดกลุ่มและวางกำหนดชื่อเรียกเกี่ยวกับข้อความจริงที่ได้รับ และเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูล รวมถึงการสรุปอ้างอิง การจำแนกรายละเอียดเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

กิลฟอร์ด (Guilford, 1976 อ้างถึงใน สุนันท์ เติญศรี, 2536) ให้ทัศนะว่า "การคิดเป็นการค้นหาหลักการ (Abstraction) โดยแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริงนั้น ๆ รวมทั้งการนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม"

6.2 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นความสามารถในการแยกแยะ เพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไรเป็นผลและที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร

สมจิต สวธนไพบุลย์ (2541) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาอย่างรอบคอบโดยใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

ดิวอ์ (Dewey, 1933 อ้างถึงใน ชำนาญ เข้มล้ำอาจ, 2539) ได้ให้ความหมายในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรองโดยอธิบายขอบเขตของการวิเคราะห์เป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ ที่มีความยุ่งยาก และสิ้นสุดลง ด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

กานเย่ (Gagne, 1970 อ้างถึงใน จงรักษ์ ตั้งละมัย, 2545) กล่าวว่า การวิเคราะห์เป็นการคิดที่มีเหตุผลในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงสภาพการณ์ หรือข้อมูลต่าง ๆ

ว่ามีข้อเท็จจริงเพียงใด

บลูม (Bloom อ้างถึงใน จงรักษ์ ตั้งละมัย, 2545) ให้ความหมาย การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะ เพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราว หรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัย หลักการอะไร

จากนิยามความหมายของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้นสรุป ความหมายไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการพิจารณาข้อความ จำแนกแยกแยะข้อความที่เป็นปัญหาหรือสถานการณ์โดยการหาหลักฐานที่มีเหตุผล หรือข้อมูล ที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนยืนยันในการตัดสินใจซึ่งสอดคล้องตามเรื่องราว หรือสถานการณ์นั้นและ ได้ข้อสรุปอย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

6.3 แนวทางในการพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

ดิลก ดิลกานนท์ (2539) ได้เสนอแนวทางในการฝึกให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์

มีขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์ว่า คืออะไร ขั้นนี้ผู้เรียนต้องรวบรวมปัญหา หาข้อมูลพร้อมสาเหตุของปัญหา จากการคิด การถาม การอ่าน หรือพิจารณาจากข้อเท็จจริงนั้น ๆ
2. กำหนดทางเลือก เมื่อหาสาเหตุของปัญหานั้นได้แล้ว ผู้เรียนต้องหาทางเลือกที่จะแก้ปัญหา โดยพิจารณาจากความเป็นไปได้และข้อจำกัดต่าง ๆ ทางเลือกที่จะแก้ปัญหานั้น ไม่จำเป็นต้องมีทางเลือกเดียว อาจมีหลาย ๆ ทางเลือกก็ได้
3. เลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด เป็นการพิจารณาเลือกทางเลือกที่ใช้แก้ปัญหา นั้น โดยมีเกณฑ์ในการตัดสินใจสำคัญ คือ ผลดีผลเสียที่เกิดขึ้นจากทางเลือกนั้นทั้งที่เกิดขึ้นในด้านส่วนตัวและสังคมรวม
4. ตัดสินใจ เพื่อพิจารณาเลือกอย่างรอบคอบในขั้นตอนที่ 3 แล้วจึงตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีว่าดีที่สุด

หลังจากนั้นครูต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอความคิดของเขาและอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม โดยครูต้องยอมรับความคิดเห็นของทุกคน ถ้าหากคำตอบของผู้เรียนมีการขัดแย้งขึ้นในกลุ่ม ครูต้องเป็นผู้ตั้งคำถามด้วยการให้คิดต่อไปว่า คำตอบใดก่อผลในทางดีและไม่ดีอย่างไรบ้าง อะไรเป็นประโยชน์แก่ตนเองและสังคมรวมมากที่สุด ครูพึงระลึกเสมอว่าคำตอบเดียวหากครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์และอภิปรายปัญหาต่าง ๆ เช่นนี้ประจำ ก็น่าเชื่อได้ว่ากำลังสอนให้คนคิดเป็นแล้ว

จิตวิทยาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ความหมายของการเรียนรู้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 67) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้ว่า เป็นกระบวนการที่เป็นผลของการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรของพฤติกรรม เป็นกระบวนการที่จิตใจมีปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้าภายนอก ซึ่งพิจารณาได้จากการที่แต่ละบุคคลแสดงปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้าอย่างไร การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเฉพาะของแต่ละบุคคลและเฉพาะเรื่อง โดยที่ผู้เรียนต้องกระทำต่อวัตถุและปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้จะอยู่ในรูปของเจตคติ ความเชื่อ ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ กฎ การแก้ปัญหา และทักษะปฏิบัติการ การเรียนรู้ในบางเรื่อง ผู้เรียนอาจเรียนรู้ได้เร็ว บางเรื่องอาจเรียนรู้ได้ช้า ต้องใช้เวลาและมีประสบการณ์ การเรียนรู้บางเรื่องจะไม่ลืมง่ายแต่บางเรื่องจะลืมได้ง่ายถ้าไม่มีการใช้บ้าง

หลักจิตวิทยาที่สำคัญที่ควรนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ควรใช้หลักจิตวิทยาของบุคคลต่าง ๆ ดังนี้

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Theory of Intellectual Development)

2. ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Edward L. Thorndike)

3. ทฤษฎีการเสริมแรงของสกินเนอร์ (Reinforcement)

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Theory of Intellectual Development)

เพียเจต์ (Piaget, n.d. อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2542, หน้า 68 - 71) มีแนวความคิดว่าปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิด คือการที่คนเรามีปะทะสัมพันธ์ (Interaction) กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และการปะทะสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมมีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิดมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา

เพียเจต์ได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็นขั้น ๆ โดยมีหลักว่า ขั้นของพัฒนาการทางสติปัญญาแต่ละขั้น จะเป็นระยะเวลาของการริเริ่มและรวบรวมความรู้ความคิดในลักษณะหนึ่ง การบรรลุถึงขั้นของการพัฒนาแต่ละขั้นจะเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาในขั้นที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องกัน การพัฒนาทางสติปัญญาของมนุษย์นั้น เพียเจต์ได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นใหญ่ ๆ โดยเริ่มตั้งแต่แรกเกิดถึงวัยเจริญเติบโตเต็มที่ ดังนี้ คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว

ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุประมาณ 2 ปี เป็นขั้นที่รับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า

และแสดงออกมาในรูปของการกระทำ เป็นการเริ่มต้นของกระบวนการคิดซึม และกระบวนการปรับขยายโครงสร้าง เด็กจะใช้ประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายในการปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เป็นการใช้อวัยวะต่าง ๆ สัมผัสกับสิ่งของและปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อม เริ่มเข้าใจการคงอยู่ของวัตถุและคุณสมบัติของวัตถุ เด็กสามารถแยกแยะสิ่งต่าง ๆ จากกันได้ เริ่มใช้ภาษาสื่อสารได้ และพัฒนาการเล่นจากเล่นคนเดียวเป็นการเล่นตามแบบเด็กอื่น ๆ ได้

ขั้นที่ 2 ขั้นก่อนปฏิบัติการ

ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่อายุ 2 - 7 ปี เด็กในขั้นนี้ใช้สมองคิดที่จะกระทำการใด ๆ

ก่อนที่จะทำจริง คือ สามารถสร้างภาพของการกระทำใดกระทำหนึ่งภายในจิตใจได้ แต่เด็กยังไม่สามารถคิดย้อนกลับ เริ่มมีความสามารถที่จะเข้าใจเกี่ยวกับความคงตัวของสสาร (Conservation) และเริ่มมองของมากกว่าหนึ่งสิ่งได้ในเวลาเดียวกัน (Decantation) เด็กในวัยนี้ยังไม่สามารถใช้เหตุผลแก้ปัญหาได้อย่างเต็มที่ ขั้นนี้แบ่งได้ 2 ตอน คือ

ก. ขั้นการคิดรับรู้โนติเบื้องต้น (Preconception Thought) เริ่มตั้งแต่อายุ 2 - 4 ปี เด็กในวัยนี้มีมโนคติในเรื่องต่าง ๆ แล้ว แต่ยังไม่สมบูรณ์และยังไม่มีเหตุผล มีพัฒนาการทางภาษา สามารถใช้ภาษาแต่เป็นภาษาที่เกี่ยวข้องกับตนเองเป็นส่วนใหญ่ (Egocentric) ความคิดความเข้าใจของเด็กวัยนี้เป็นการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ไม่สามารถใช้เหตุผล เด็กยังไม่มี ความเข้าใจเรื่องราวคงตัว

ข. ขั้นการคิดในใจ (Intuitive Thought) เริ่มตั้งแต่อายุ 4 - 7 ปี การคิดของเด็กมีเหตุผลมากขึ้น การคิดยังเป็นลักษณะการรับรู้มากกว่าความเข้าใจ เด็กเริ่มมีปฏิกริยาต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการคิด ความคิดเกี่ยวกับการกระทำต่าง ๆ ได้บรรจุอยู่ในสมองและสามารถที่จะนำมาใช้ได้ตลอดเวลา เป็นการคิดไว้ในใจก่อนที่จะกระทำ

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการรูปธรรม

ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่อายุ 7 - 11 ปี ขณะที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทำให้เด็กมีประสบการณ์มากขึ้น ช่วยให้เด็กพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล ความคิดที่มีเหตุผลนี้จะทำให้เด็กสามารถคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ เป็นความคิดเชิงเหตุผลที่ต้องอาศัยสิ่งของที่มีตัวตนจับต้องได้ สามารถที่จะเข้าใจเกี่ยวกับความคงตัวของสิ่งต่าง ๆ (Conservation) โดยเด็กเข้าใจว่าของแข็งหรือของเหลวจำนวนหนึ่ง แม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างไป ก็ยังจะมีน้ำหนักหรือปริมาตรเท่าเดิม สามารถที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ส่วนรวม มีความสามารถในการคิดย้อนกลับ (Reversibility) ได้ สามารถจัดจำแนกประเภทโดยสามารถตั้งเกณฑ์