الفصل الثاني
المخ أساس التعلم

- المحور الأول: المخ والتعلم.
- المحور الثاني: تصور العلماء لعمل المخ في عملية التعلم.

أ- تصور نخبة من علماء التربية حول عمل المخ في عملية التعلم.

ب- تصور غي تبيرغيان.

ج- تصور تيرنس دبليو ـــ ديكون.

المحور الأول: المخ والتعلم

إننا ننطلق هنا من عبارة (**المخ أساس التعلم**). لقد بدأت دراسة عملية التعلم في المخ علي أساس أن المخ هو المسئول عن عملية التعلم كلها بعدة أسئلة:

أ- ما دور المخ في عملية التعلم؟

ب- كيف يتفاعل النشاط الوظيفي للمخ؛ فينتج عنه سلوكيات مختلفة كالتعلم؟

هذه الأسئلة هي المدخل إلي فهم ومعرفة التعلم كسلوك وظيفي للمخ؛ فقد أثبت علم الأعصاب من خلال دراسته لعلوم شتى ارتباط نشاط المخ بالسلوك والتعلم "فعلم الأعصاب يدرس: تشريح ، وفسيولوجيا، وكيمياء، والجهاز العصبي، وبيولوجية الخلية، مركزين بصورة خاصة على كيفية ارتباط نشاط المخ بالسلوك والتعلم. ولا يهتم هؤلاء العلماء بصورة خاصة بالإجابة علي عدة أسئلة مهمة حول التعلم المبكر. كيف ينمو المخ؟ هل يمر بمراحل متعددة؟ هل هناك فترات حرجة يجب أن تحدث خلالها أشياء معينة لكي ينمو المخ بشكل طبيعي؟ كيف تشفر المعلومات في الجهاز العصبي النامي والبالغ؟ وكيف تؤثر الخبرة علي المخ؟"[1]

هذه الأسئلة الأخيرة تأتي بعد فهم جديد للارتباط الذي بين السلوك الإنساني والتعلم؛ فالأول نتيجة للثاني، حيث يتعلم الفرد أولا ثم يسلوك سلوكا معينا نتيجة الخبرة التي اكتسبها بالتعلم. والمخ هو المكان والآلة التي تعد أساس تلك العمليات، ففيه وبواسطته يتم التعلم، ومنه يخرج الأمر إلي أعضاء الجسم بهذا السلوك دون غيره،

(١) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة: ١٨٦

مما يدفعنا إلي السير قدما في دراسة النشاط الوظيفي للمخ، والعمليات العقلية التي تنتج عنه، وكذا كهربة المخ التي تسيير عملية التعلم، وتدفع بالرسائل المتبادلة من وإلي الخلية العصبية، إنها شبكة من العلاقات المترابطة معا.

المحور الثاني: تصور العلماء لعمل المخ أثناء التعلم

قد كثرت آراء العلماء حول القضية، ونحن إذ نعرض لآرائهم نحاول إعطاء فكرة عن تصورهم حول هذه العملية. لنبني تصورا عاما لتلك العلاقة وآلية عمل المخ فيها. وهم:

أولا: تصور نخبة من علماء التربية

أعطي هؤلاء العلماء تصورهم حول عمل المخ أثناء اكتساب اللغة بالتعلم مبينين دور الخلية العصبية وتشابكاتها أثناء هذا العمل، نعرض لهذا في النقاط الآتية:

١- دور المخ في معالجة المعلومة بالتعلم:

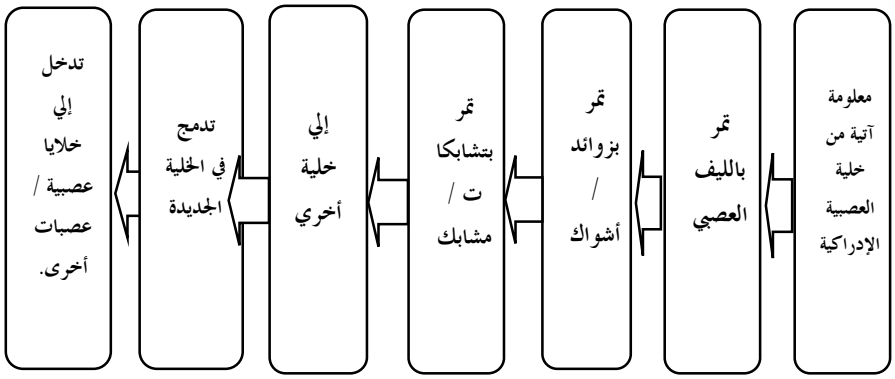
أعطي نخبة من علماء التربية تصورا لسير عملية دخول المعلومة بالتعلم إلي المخ، وقد سبق أن تحدثنا عن آلية عمل الشبكة العصبية في التواصل مع بعضها لإدخال المعلومة داخل المخ في خلاياه العصبية. الآن عرض للموضوع بصورة أخرى من خلالهم؛ لبيان كيف نوظف هذا الأمر لفهم عملية التعلم؟ وكيف تُسجَّلُ المعلومة في المخ، فهي تمر بعدة مراحل متسلسلة تبدأ من الخلية العصبية في التسلسل علي النحو الآتي:

أ- الخلية العصبية:

تبدأ عملية التعلم من الخلية العصبية، فهي التي تستقبل المعلومة من الخلايا العصبية الأخرى أو الأعضاء الحسية والمدارك المختلفة، ثم توصلها إلي الخلايا الأخرى. في حين تقوم خلايا أخرى بتوصيلها مرة أخرى إلي أجزاء الجسم.

كما هو موضح في هذا الشكل:

معلومة آتية من خلية العصبية الإدراكية> تمر بالليف العصبي> تمر بزوائد/أشواك > تمر بتشابكات/ مشابك> إلي خلية أخري> تدمج في الخلية الجديدة > تدخل إلي خلايا عصبية / عصبات أخرى.



ب- قدرة الخلية:

للخلية العصبية قدرة علي التعلم وهبها الله سبحانه لها داخل بنائها، فزودها بـــ:

١- **جسم خلية:** محاط ببنية تشعبية هائلة متفرعة الشكل تسمى المجال المتفرع أو التشعبي، هي (مدخل الخلية) لتلتقط علي مساحة / مجال واسع المعلومات التي تصلها.

٢- **الزوائد:** تأتي المعلومات إلي داخل الخلية من زوائد (الليف العصبي) كموصلات.

تأتي المعلومات المثيرة إلي الخلية من المجال المتفرع. وذلك من خلال زوائد دقيقة نسميها أشواكا، ثم تمر المعلومات من خلال وصلات التحامية من خلية عصبية إلي أخرى تسمى التشابكات العصبية. وتوجد هذه الشابكات داخل مركبات كيميائية ذات طبيعة إثارية تسمي الناقلات العصبية، تقوم بعملية الإيعاز، أو توقف الإيعاز أو الكبح.

ج- **الدمج:**

تدمج الخلية العصبية المعلومات التي تتلقاها من جميع التشابكات العصبية، وهذا يحدد مخرجاتها."[1] تسمى عملية الدمج بالمعالجة، فيتم معالجة المعلومة في الخلية العصبية؛ بجمع كل المعلومات المرتبطة بالمعلومة داخل الخلية، ومناقشتها ومحاورتها؛ لتقديم الرد المناسب ـــ من وجهة نظر هذه الخلية (الخلية القائدة)، وفي ضوء ما جمعته

(١) نقلا بتصرف عن كتاب "كيف يتعلم الناس المخ والعقل والخبرة والمدرسة": ١٨٨

داخلها من معلومات من الملفات المخزنة في تشابكاتها العصبية ـــ إلي مخرج الخلية؛ فتحدد ما تقدمه للمخرج من رد، لتقوم الخلية العصبية بإصدار أمرها إلي أعضاء الجسم للقيام بالسلوك المطلوب الذي جاء في الرسالة.

٢- التعلم ونمو المخ: هل التعلم له تأثير علي عملية نمو المخ؟

إن المقصود بنمو المخ هو نمو مكوناته وهي خلاياه وتشابكاته. أما خلاياه العصبية فلا يتغير عددها بالنقص أو الزيادة؛ أما تشابكاته فهي في نمو دائم يصل حد الإفراط ويقابله تكسر لنموها الزائد، ثم انتخاب ما يصلح للبقاء منها.

تبدأ قصة نمو المخ وزيادته منذ قُبيل ميلاد الفرد، مرتبطا بالخبرة المكتسبة والتي تبدأ أيضا قُبيل الميلاد وتزداد يوميا، يقول علماء النخبة "أثناء عملية النمو، يظهر الشكل التفصيلي لكهربة المخ من خلال التشابكات العصبية، وعند الميلاد، يوجد بالمخ البشري جزء صغير نسبيا فقط من تريليونات التشابكات العصبية التي سوف توجد في نهاية الأمر، وهو يكتسب ثلثي حجم البالغ بعد الميلاد، وتتكون بقية التشابكات العصبية بعد الميلاد، ويتوقف جزء من هذه العملية علي الخبرة."[1] إن جزءًا كبيرا من النمو يرتبط بالخبرة التي تكتسب نتيجة عملية التعلم، فتحدث تغيرات في المخ؛ نتيجة التعلم وزيادة الخبرة تجعل الخلايا أكثر حجما وكفاءة، إنه سر زيادة حجم المخ مع تقدم عمر الطفل.

كيف يحدث ذلك؟

يكون ذلك بزيادة الشعيرات الدموية داخل المخ (إنسان أو حيوان)؛ حيث "يزداد عدد الشعيرات الدموية لكل خلية لدى الحيوانات التي تتربي في بيئة مركبةـــ وبالتالي تزداد كمية الدم التي تصل إلي المخ ـــ عن عددها في الحيوانات التي تتربي في الأقفاص (والشعيرات الدموية هي أوعية دموية صغيرة جدا تزود المخ بالأكسجين والعصارات المغذية الأخرى) وبهذه الكيفية فإن الخبرة تحسن عمل المخ. وباستخدام الخلايا النجمية (الخلايا التي تدعم عمل الخلية العصبية بتوفير الغذاء وإبعاد الفضلات) كمؤشر؛ نجد أن الخلايا النجمية لكل خلية عصبية في حيوانات البيئة المركبة أكبر من عددها في

(١) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة:١٨٨

المجموعات المحبوسة، وتوضح هذه الدراسات إجمالا نمطا منسقا لتزايد طاقة المخ نتيجة للخبرة."[١]

إن التعلم يزيد الخبرة مما يزيد حجم وكفاءة المخ. "وتوضح دراسات أخرى للحيوانات حدوث تغيرات أخرى في المخ من خلال التعلم، ... وهكذا تغيرت البيئة الكلية للقشرة المخية نتيجة لكل من التعرض لفرص التعلم وبالتعليم في سياق اجتماعي."[٢] يحدث هذا في مخ الإنسان كما يحدث في مخ الحيوان.

٣- أثر التعلم علي المخ:

أ- التعلم ينظم وظائف المخ:

التعلم الذي هو اكتساب خبرة جديدة تدون في المخ في تشابكاته العصبية تؤدي إلي التنظيم الوظيفي للمخ، وإلي تغيرات في بنية المخ "فإن التغيرات في بنية المخ ناتجة عن تغيرات في التنظيم الوظيفي للمخ، وبعبارة أخرى، يفرض التعليم نمطا جديدا من التنظيم في المخ. وقد تأكدت هذه الظاهرة بالتسجيلات الفسيولوجية الكهربية لنشاط الخلايا العصبية، وتعطينا دراسة نمو المخ نموذجا لعملية التعلم عند مستوى خلوي:... وهي تحدث بصورة شبه مؤكدة في الإنسان."[٣]

لقد أظهرت دراسة نمو المخ أثر التعلم علي المخ علي مستوى الخلية العصبية التي هي الوحدة الأساسية لبناء المخ في الحيوان والإنسان. فيفرض نمطا جديدا علي تنظيم مخهما عندما ينالان قسطا من التعلم، يظهر هذا بصورة أوضح في سلوك الإنسان من ترتيب أفكاره في انساق تنم عن تنظيم في مخه لأنه قد تعلم، وفي الحيوان المدرب علي سلوك ما.

ب- التعلم يزيد حجم المخ:

نتيجة التعلم ينمو المخ، مما يؤدي إلي تغير في حجمه ووظائفه الإدراكية والتفكيرية، وتبدأ عملية نمو المخ منذ قُبيل الميلاد؛ بظهور تشابكات عصبية داخل المخ في الرحم، ثم يزيد حجمه بعد الميلاد؛ بزيادة الأوعية والشعيرات الدموية داخله؛

---

(١) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة:١٩٢

(٢) المرجع السابق:١٩٢

(٣) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة بق: ١٩٢

نتيجة زيادة الخبرة المكتسبة بالتعلم لديه التي تسجل علي تشابكاته العصبية، بهذا يتغير حجم المخ علي مدى عمر المرء؛ كلما زادت خبرته وتعلمه؛ لهذا يجب أن نحلل تلك المراحل ونلاحظ ونسجل تغير المخ عبر عمره؛ لنصل منها إلي بيان كيفية اكتساب اللغة، حيث يظهر ذلك في حجم المخ وتشابكاته العصبية، ودورها في التعلم والحفظ والنسيان والتخزين وأمراض الشيخوخة. في المقابل تكسر التشابكات العصبية في مواجهة نموها المفرط.

ج- طرق زيادة حجم المخ نتيجة التعلم:

يزيد حجم المخ بالتعلم عن طريق إضافة تشابكات عصبية له، فكلما زادت خبرة الفرد؛ زاد حجم المخ زيادة تشابكاته العصبية، ويتم هذه الزيادة بطريقتين أساسيتين هما:

الطريقة الأولى (نمو التشابكات العصبية):

يحدث نمو متزايد مفرط لعدد التشابكات العصبية، ثم تُكسر بصورة انتقائية. ويعد الإنتاج المفرط للتشابكات العصبية وصياغته آلية أساسية يستخدمها المخ لتضمين المعلومات المتأتية إليه من الخبرة. ويميل ذلك إلي الحدوث خلال المراحل الأولى للنمو.

مثال الرؤية:

تم فهم ما يحدث من نمو التشابكات العصبية من خلال متابعة نمو التشابكات في مجال الرؤية؛ لهذا قام العلماء بمتابعة ما يحدث داخل المخ نتيجة إضافة صور جديدة لمجال النظر. حيث "يوجد لدى الشخص في القشرة الخاصة بالرؤية ـــ وهي المنطقة التي تتحكم في الرؤية في القشرة المخية ـــ عدد من التشابكات العصبية في سن ستة أشهر تكون أكبر كثيرا من عددها في سن البلوغ. والسبب في ذلك هو تكوين أعداد متزايد من التشابكات العصبية في الشهور الأولي من العمر ثم اختفاؤها بعد ذلك، وأحيانا بأعداد مذهلة. ويختلف الوقت اللازم لإتمام هذه الظاهرة في أجزاء المخ المختلفة، ويتراوح ما بين ٢ـــ ٣ سنوات في قشرة المخ البشري الخاصة بالرؤية، و٨ ـــ ١٠ سنوات في أجزاء قشرة المخ الأمامية ... يقوم الجهاز العصبي بإنشاء عدد كبير من الوصلات، وتقوم الخبرة بدور في هذه الشبكة؛ فتختار الوصلات الملائمة وتزيح

الوصلات غير ملائمة، وما تبقى هو الشكل النهائي المهذب الذي يشكل الأسس الحسية وربما أيضا الأسس المعرفية من أجل مراحل النمو التالية."[1]

عملية الإضافة هذه تتم علي مدى عمر الشخص، فالتعلم مستمر ودائم بإنشاء وإزاحة تشابكات، والتعلم يتمثل في كل مكتسبات الفرد من خبرة وثقافة وأشياء عالمه التي يلتقي بها عبر حياته؛ وعلي رأس المعارف والمكتسبات اللغة التي تدخله قبيل ميلاده.

الطريقة الثانية (إضافة تشابكات عصبية):

"الأسلوب الثاني في تكوُّن التشابكات العصبية من خلال إضافة تشابكات عصبية جديدة. مثل الفنان الذي يخلق تمثالا بدمج أجزاء مع بعضها البعض حتى يكتمل شكله. وخلافا للإنتاج المفرط لتشابكات العصبية وصياغتها، فإن عملية إضافة التشابكات العصبية تحدث طوال عمر الإنسان، وهي مهمة بوجه خاص في المرحلة العمرية المتأخرة. وهذه العملية ليست حساسة للخبرة فحسب، بل هي مستحثة فعليا بالخبرة. وربما كانت هذه الإضافة أساس بعض أشكال الذاكرة أو حتى معظم أشكالها"[2]

إن عمل علماء العلوم المعرفية والباحثين في مجال التعليم يسهم في فهمنا لعملية إضافة التشابكات العصبية. فدورهم يتمحور حول بيان كيفية إضافة تشابكات عصبية إلى خلايا المخ، وكذلك ملاحظة عملية النمو المفرط والتلقائي لتشابكاته العصبية وتكسرها. فكلا الأمرين (النمو والإضافة) يأتيان من التعليم بإضافة خبرة للمخ فينمو.

٤- التعلم وزيادة الخبرة:

أ- التعلم يزيد في الخبرة:

إن الخبرة التي يكتسبها الإنسان من عالمه ومجتمعه تُسجل في مخه، وهذا سر تفاعله مع عالمه بوحي منها، فالفرد يرتبط بماضيه وحاضره بسبب هذه الخبرة المخزنة فيه. وتعد اللغة أهم خبراته، فهي داخلة ضمن خبرته المكتسبة، وتتم عملية تخزين

(١) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة:١٨٩

(٢) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة:١٨٩

واستدعاء هذه الخبرة بناء علي شبكة من الأسلاك العصبية التي تعمل بالشحنات الكهربية الخارجة من الخلايا العصبية (النبضة العصبية/ السيال العصبي)، لقد "ظهر دور الخبرة في تشكيل كهربة المخ من البحوث التي أجريت عن قشرة المخ الخاصة بالرؤية في الإنسان والحيوان، وتنفصل المدخلات التي تدخل إلي المخ من العينين لدى البالغين في المناطق المجاورة من قشرة المخ الخاصة بالرؤية. وبعد ذلك تتلاحم مجموعتا المدخلات علي المجموعات التالية من الخلايا العصبية. ولا يولد الإنسان بهذا النمط العصبي، ولكن المخ يقوم بذلك من خلال عملية الرؤية المعتادة."[1]

لا يولد الفرد ولديه الخبرة التي توجد في خلاياه العصبية، بل يكوِّنها المخ في خلاياه عبر حياة الفرد؛ نتيجة التعلم الذي ينظم وظائف المخ، لذا فإن الخبرة هي التعلم المكتسب بطرق متعددة لإنشاء معلومات ثابتة في المخ، هذا يفسر قيمة وأثر تعلم كل شيء في عالمنا علي بناء المخ وحجمه ونموه وتنظيمه، ودوره في تثبيت التعلم داخله. كما يحدث في عملية الرؤية "إن الممر المتاح لكل عين في النمو الطبيعي منحوت (مشذب) حتى العدد الصحيح من الوصلات، وهذه الوصلات منحوتة بطرق أخرى، وعلي سبيل المثال، لكي يتمكن الشخص من رؤية الأشكال. ومن خلال الإنتاج المفرط للتشابكات العصبية، ثم اختيار التشابكات الصحيحة، يطور المخ شكلا منظما لكهربته علي أكمل وجه "[2] وكلمة منحوتة تصور عمق وقوة ثبات المعلومة البصرية بمخ الفرد، كما يُنْحت الحجر بالآلة لصنع ملامح إنسان ما، فلا تطمس هذه الملامح من الحجر أبدا، خصوصا في مرحلة الطفولة، لهذا قالوا: التعليم في الصغر كالنقش علي الحجر.

ب- التعلم يزيد من كفاءة الخلايا العصبية:

"يبدو أن التغيرات التي تحدث في المخ أثناء التعلم تجعل الخلايا العصبية أكثر كفاءة أو قوة ويزداد عدد الشعيرات الدموية لكل خلية لدى الحيوانات التي تتربي في بيئة مركبة ـــ وبالتالي تزداد كمية الدم التي تصل إلي المخ ـــ عن عددها في الحيوانات التي

(١) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة:١٨٩

(٢) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة:١٩٠

تتربي في الأقفاص ... (والشعرات الدموية هي أوعية دموية صغيرة جدا تزود المخ بالأوكسجين والعصارات المغذية الأخرى)، وبهذه الكيفية فإن الخبرة تحسن عمل المخ." [1]

إن التعلم هو إضافة خبرة لخلايا المخ؛ مما يؤثر علي نشاطها لاستيعاب كل معلومة جديدة؛ فيُضخ دمُ أكثر للخلية في أوعيتها الدموية، فيحترق الجلوكوز والأكسجين داخلها؛ نتيجة ما تبذله من مجهود لاكتساب المعلومة ومعالجتها والتفكير فيها وتخزينها.

ج- الفرق بين التعلم والتريض في تغير المخ:

أشارت النخبة التربوية إلي وجود فرق بين التعلم والتريض (أي التدريب)، وكذا أثر هذا علي تغيير المخ، فسألوا وأجابوا علي سؤالهم "هل ترجع التغيرات في المخ إلي التعلم الفعلي أم إلى تغيرات في المستويات الكلية للنشاط العصبي؟ ... إن التعليم يزيد عدد التشابكات العصبية، ولكن التريض لا يعمل علي زيادتها. ويعتبر تكوين التشابكات العصبية وتكوين الأوعية الدموية (تكون الأوعية) شكلين مهمين لتطويع المخ، ولكنهما مستحثان بآليات فسيولوجية مختلفة وبأحداث سلوكية مختلفة."[2]

هل التغير في المخ بسبب التعلم الفعلي بإضافة معلومات إليه؟ أم بسبب التدريب والتريض بتغيير مستوى النشاط العصبي؟

الإجابة: أن التعلم يزيد عدد التشابكات، والتريض لا يزيد عددها، ولكنه يؤكدها. أما تكوين التشابكات وتكوين الأوعية فهما اللذان يطوعان المخ، بتأثير ودافع من النمو الفسيولوجي للمخ عبر مراحل النمو العمري للفرد. وأحداث سلوكية مختلفة في بيئته. إن تكوين التشابكات العصبية التي تحمل المعلومات المكتسبة في إطار عملية التعلم، وكذلك تكوين الأوعية الدموية عمليتان أساسيتان لنمو المخ؛ ينشطهما وتستحثهما آلية فسيولوجية (نمو) يخضع لها البناء الفسيولوجي للمخ، فكلما زاد عمر الفرد زادت عملية النمو الفسيولوجي لأعضائه ومنها أنسجة المخ مما يزيد من قدرته

---

(١) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة:١٩٢

(٢) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة:١٩٤

الاستيعابية للخبرات المختلفة. وكذا أحداث سلوكية آتية من الخبرة المكتسبة من عالمه المحيط به بالتعلم.

٥- التشابكات العصبية وتعلم الطفل اللغة:

ربط علماء النخبة بين نمو وزيادة حجم المخ وعملية التعلم، فكلما زاد تعلم الفرد نما وزاد مخه، ولهذا تم الربط بين التوقيت الزمني لنمو المخ وعملية التعلم المتزايدة بداية من مرحلة الطفولة. يقولون "يعتبر النمو اللغوي لدى الإنسان مثالا لعملية طبيعية مسترشدة بجدول زمني مع بعض الشروط المقيدة." (١)

إن عملية نمو اللغة في المخ تخضع لجداول زمنية تربط بين النمو الفسيولوجي للمخ والنمو الإدراكي والنمو اللغوي لجهاز النطق، لتحدد نمو المخ، فتُجمع كل أوجه النمو السابقة؛ لتسير في خطوط متوازية وفق جداول زمنية وشروط مُقيِّدة ومحددة لهذا كله. وتظهر آثار كل عناصر هذا النمو متدرجة في نطق الطفل؛ فكل مرحلة فى عمره يقابلها نمو في نطقه؛ متمثلا في إنتاجه مقاطع صوتية جديدة وإدراكه لمقاطع صوتية يسمعها؛ ثم تظهر الكلمات والجمل بنطقه. وهكذا تنمو لغته بنمو هذه العناصر لديه. ثم يظهر دور التشابكات العصبية في اكتساب المعرفة اللغوية لدى الطفل، وذلك من خلال عملية النمو المستمرة المتنامية بكثافة مفرطة للتشابكات العصبية، نتيجة النمو الفسيولوجي للطفل الذي يشمل كل أجزاء الجسم؛ وللخبرة المتزايدة للطفل والتي تبدأ عملها قُبيل ميلاده، فيصبح للتشابكات العصبية الدور الأساسي في عملية اكتساب اللغة، وتوصيلها بين الخلايا العصبية، وتخزينها فيها، واستدعائها عند الحاجة.

مثال:

أشار علماء النخبة بهذا المثال إلي دور التشابكات العصبية في تدوين اللغة بها منذ الطفولة، قالوا "تحدث عمليات موازية في النمو اللغوي البشري تتعلق بالقدرة علي(٢) فهم الفونيمات، أي وحدات/ ذرات الكلام. والفونيم هو أصغر وحدة نطق مفهومة في اللغة. ويميز الناس بين نطق حرف الباء الخفيفة والباء المعطشة أساسا بمعرفة وقت

---

(١) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة : ١٩٦

(٢) إن النمو اللغوي يعني النمو الإدراكي لكل جوانب اللغة وفهمها ومنها إدراك الأصوات اللغوية.

بداية الصوت بالقياس إلي وقت انفراج الشفتين، إذ أن هناك حدا يفصل الحرفين يساعد علي التمييز بينهما، وتوجد حدود من هذا النوع بين الفونيمات وثيقة الصلة ببعضها البعض، وهذه الحدود تعكس لدى البالغين تجربة اللغة. وعدد حدود الفونيمات التي يميزها الأطفال صغار السن أكبر كثيرا من البالغين، ولكنهم يفقدون قدراتهم التمييزية إذا لم يكن هناك حدود معينة مدعمة بالخبرة في اللغة المنطوقة (Kuhi,1993) ... وهم يفقدون هذه القدرة وقت الطفولة المبكرة لأنها ليست في الكلام الذي يسمعونه. ولا نعرف ما إذا كان ذلك راجعا إلي عملية الإنتاج المفرط للتشابكات العصبية أو فقدانها، ولكن يبدو أن هذا افتراض معقول دون شك"[1]

إذا كان الإنسان البالغ لديه القدرة علي التمييز بين الأصوات المتشابهة بالفارق الزمني بينها؛ فإن الطفل يستطيع التمييز بين الفونيمات المتشابهة أيضا؛ بوضع حدود لكل فونيم لتمييزه عمَّا يشبهه، فتشابكات الطفل العصبية (نظرا لقلتها بالنسبة للبالغين) خالية من الكم الهائل من الخبرات اللغوية التي في مخ البالغين، والتي تطرد الخبرةُ الحديثةُ منها الخبرةَ القديمةَ. لهذا تصبح تشابكات الطفل العصبية (نظرا لقلتها) مستعدة لتقبل كل جديد وتدوينه بدقة بالغة؛ لهذا فإن الطفل يستطيع أن يميز بدقة بين كلمات متشابهة قد سمعها من قبل؛ وربما لا ينتبه إليها البالغون ويخلطون بينها.

مثال (١): أذكر هنا مثالا علي دقة الطفل في التمييز بين الأصوات المتشابهة؛ في كلمتي (مُودي) و (بُودي) قد لا يلاحظ كثير من البالغين الفرق بينهما، فيخطئ بعضهم بنطق إحدى الكلمتين مكان الأخرى، فإذا حدث ذلك فإننا نسمع تصويبا لهذا الخاطئ آتيا من الطفل؛ كما حدث لي مع حفيدي عمر (أربع سنوات) وأخيه عمرو التوأم؛ عندما ناديت علي أخيهما قائلا: يا مُودي، وهو يدعى (بُودي) فوجدت التصويب آتٍ إليّ منهما فقالا: اسمه (بودي) مش (مودي) يا جدو.

إنهما دونا في تشابكاتهما العصبية النطق الصحيح للكلمة، فعندما سمعاني أناديه (مودي) بدلا من (بودي) قام مخهما بعقد مقارنة بين ما سمعاه من قبل ودوناه في تشابكاتهما العصبية وبين ما يسمعانه الآن؛ فأدركا الفرق الصوتي بين الكلمتين، فسارعا برفضه وتصويبه، مما يؤكد علمهما بالفرق الصوتي بين الكلمتين، علي الرغم

(١) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة : ١٩٦ــ ١٩٧

من أن الصوتين اللذين يفرقان بين الكلمتين (الميم والباء) يصدران من مخرج واحد هو الشفاه، فهما متفقان في المخرج لكنهما ميزا بينهما.

مثال (٢): عند حديثي مع حفيدي عن شيء ما فقلتُ : هذا الشيء حو، تدليلا مني لكلمة حلو؛ بإسقاط اللام من الكلمة الأصلية؛ فوجدت التصويب سريعا منهما لشعورهما بالفرق بين كلمتي (حو وحلو) فقالا: حلو مش حو وذلك للسبب السابق.

هذا الأمر يوضح أشياء هي:

١- وجود عدد أقل من الشابكات في مخ الطفل؛ مقارنة بالبالغين، ثم تنمو وتكثر.

٢- قدرة التشابكات علي تلقي الخبرة اللغوية وتدوينها، وتعمل قُبيل ميلاد الطفل.

٣- قدرة الطفل علي التمييز بين الأصوات المتشابهة أكثر من البالغين لقلة تشابكاته.

ثانيا: تصور غي تبيرغيان

يعد غي تيبرغيان بقاموسه (قاموس العلوم المعرفية) أكبر رواد الفكر الحديث الذين عالجوا اللغة في الدماغ، وقد قدم لنا تصوره عن عمل التشابكات / المشابك العصبية في عملية التعلم، لهذا نعرض رأيه هنا حول هذه القضية:

أ) دور الشبكة العصبية في عملية التعلم:

يعطي (غي) تصورا لعمل الشبكة العصبية في عملية التعلم التي يراها نموذجا لعمل الخلية العصبية في اكتساب المعلومة، ويمكننا من خلال عملية التعلم أن نتبين القدرة الفطرية الكامنة في الخلايا/ العصبونات علي التعلم، من خلال عملية الإنشاء المستمرة للتشابكات العصبية التي تستمر مدى الحياة؛ نتيجة استمرار الفرد في التعلم. يقول غي "سنفترض هنا أن الترابطات الأساسية بين العصبونات قد تمت بطريقة طبيعية وأن الآلية التي تضمن هذا الجزء من النمو قد تحركت بشكل صحيح، ومع ذلك لم تنته عملية إنشاء ترابطات جديدة (مشابك) ستستمر مدى الحياة، حتى وإن كان ذلك بطريقة متناقضة"[١].

إنه يري أن المشابك العصبية تقوم بدور طبيعي وأساسي في عملية التعلم، لأن هناك ارتباطا بين المشابك العصبية والتعلم، فكل عملية تعلم تضيف معلومة أو مهارة

---

(١) قاموس العلوم المعرفية: ١١٥

جديدة تكتسبها المشابك وتدونها بها، لهذا فتطور المشابك يخضع لقوانين التعلم، فعملية التعلم تحدث وفق قوانين تحكمها؛ وتمكنها من تعديل قيم الأوزان المشابكية، والمقصود بالتعديل تعديل الأرقام الكودية المشابكية للتوافق مع المعلومة المكتسبة؛ فيصبح للمعلومة رقم مسجل في المشابكيات يسمح للمعلومة بالدخول والخروج إلي المشابكيات العصبية، مما يجعل هذا الرقم بمثابة الشفرة لها؛ فيستدعي علي الفور الملف الخاص بالمعلومة عند ذكر أحد جوانبها (اسمها.صورتها. رائحتها. ملمسها) طبقا لنوعها.

ب) أساس عمليات توالد المشابك:

يرتبط توالد المشابك بترابطات جوار، فتظل متحولة ومتغيرة وممتدة؛ نتيجة استمرار ورود المعارف إليها؛ فالمشابك تستجيب وتتأثر بالترابطات المجاورة لها، وذلك بالتواصل معها؛ فتنمو في اتجاهات متعددة استجابة لنداء الترابطات المجاورة للمشابك، لنقل معلومة منها وإليها، وتخزينها ولاستدعائها، فهذه الترابطات تسير في الخطوط العصبية التي تنتمي إليها هذه المشابك، أي تنطلق من هذه المشابك. يقول غي "بيد أن توالد المشابك هذا لا يتعلق بالترابطات التي نشأت أثناء الجنين وفي بداية الحياة خارج الرحم. ذلك أن الأمر لم يعد يتعلق بألياف تقطع مسافة طويلة لتلتقي بهدفها: بل يتعلق الأمر بترابطات جوار تبقي متحولة ويمكنها أن تتحسن حسب الحاجة، نظرا لسيرها في الخيوط العصبية التي تنتمي إليها هذه المشابك. ويتعلق الأمر بتنويعات محلية لا تؤثر في البنية العامة للمجموعة."[1].

إذن هناك ترابطات جوار بين العصبونات، هذه الترابطات هي المشابك، وتبدأ تكوينها ونشأتها في الرحم، وتستمر طوال الحياة، وتتأثر بعلاقة الجوار الأخرى التي بين مشابك العصبونات المجاورة لها؛ وهذه المشابك هي التي تحقق الاتصال بين العصبونات، وتظهر في شكل خيوط عصبية ممتدة من الألياف، وعليها تدون المعارف كلها.

ج) قوانين التعلم:

تخضع عملية اكتساب المعلومة لقوانين التعلم، تحدث غي عنها في عدة نقاط هي:

---

(١) قاموس العلوم المعرفية:١١٥

١- تطور التشابكات بالتعلم:

يقول "ويتعلق تطور الشابكات باكتشاف قوانين التعلم التي تمكن من التعديل المتكرر في قيم الأوزان المشابكية. التعلم بالنسبة لشبكة من العصبونات هو احتساب التشكيلات أثناء الدخول وأثناء الخروج." [١]

إنشاء التشابكات العصبية الجديدة يأتي من القدرة الفطرية لدى الخلية علي التعلم التي تستمر مدى الحياة، ويحكم تطور التشابكات قوانين التعلم، أي أن عملية التعلم هي التي توجه وتنسق وترتب التشابكات العصبية وتطورها؛ خضوعا لقوانين التعلم، فالتعلم كقدرة فطرية لدى البشر تحكمها قوانين؛ تقوم هذه القوانين بعمل الآتي:

٢- عمل قوانين التعلم:

أ- تعديل لقيم الأوزان المشابكية:

هذه القوانين تحكم وتعدل وتبدل في قيم الأوزان التي هي عبارة عن القيم التقديرية للأشياء المدونة في التشابكات العصبية؛ يأتي هذا من التغيير المستمر والمتكرر في تقدير الخلية للمعلومة وقيمتها المدونة بالتشابكات العصبية بسبب زيادة المعارف وتغيرها فتستجيب هذه المشابك للمعارف الجديدة فتعدل وتغير ما لديها لاستقبال الجديد. هذه القيم الرقمية هي الشفرة الرقمية التي تربط بين المعلومة ومدخلها ومخرجها بالخلية.

ب- احتساب التشكيلات الداخلة والخارجة من التشابكات:

أي ملاحظة المعلومة أثناء دخولها إلي التشابكات وخروجها منها، فيعتبر التعليم بالنسبة للتشابكات المراقب علي أفعالها والمنظم لها. وهذا هو حقا دور التعلم بالنسبة للتشابكات العصبية الذي لو أدركه المعلم لنجح في عمله. وهو أن عملية التعليم هي عملية تنظيم وترتيب للمعلومة أثناء دخولها للتشابكات العصبية وتدوينها بها، مما يسهل عملية استدعائها من الذاكرة. وقد شبه بعضهم عملية تخزين المعلومة في الذاكرة بمن يضع أشياء في مخزن بطريقة منظمة مرتبة؛ فيسهل عليه إحضارها من المخزن، أو من يرتب كتبا في مكتبته في نسق منظم علي الأرفف، ويستخدم النظام المكتبي العالمي (ديون) المشهور؛ فحين يحتاج كتابا ما في علم كذا يصل إليه علي الفور ولمكانه في مكتبته. لهذا يجب علي المعلم تنظيم وترتيب المعلومات التي يعلمها

(١) قاموس العلوم المعرفية:٤٠١

لتلميذه عند عرضها وتخزينها في مخه وفق تنظيم محدد؛ ليسهل حفظها واستدعاؤها في الاختبار.

ج- أقسام قوانين التعلم:

يقسم غي قوانين التعلم إلي فئتين هما: أشكال تعلم إشرافية، وأشكال تعلم غير إشرافية، يقول "تُنتظم قوانين التعلم هذه في فئتين كبيرتين: أشكال تعلم إشرافية وأشكال تعلم غير إشرافية." (١)

التعلم الإشرافي:

إن فكرة التعلم الإشرافي تقوم علي تصحيح الخطأ الذي يحدث أثناء عمل خلايا عصبية، فعملية التعلم تقوم بالإشراف علي الشبكة العصبية لمتابعة الفرق بين استجابة الشبكة العصبية للمثير والاستجابة المنتظرة أو المتوقعة نحو هذا المثير، بغرض تغيير الحمولات المشابكية؛ لتقليل الخطأ الذي يحدث نتيجة الفرق بين الاستجابتين. فكيف يحدث هذا؟

إن التعلم الإشرافي يهتم بالفرق بين استجابة الشبكة والاستجابة المنتظرة بشكل عام، أي الاستجابة الفعلية والاستجابة المتوقعة، هذا الفرق يقلص الخطأ؛ لأنه يغير الحمولات المشابكية، فيدون بالمشابك المتوقع الصحيح، ويمحو المتوقع الخطأ. ويضيف لكل حمولة مشابكية (أي ما يحمله المشبك من المعلومات)؛ كمية من المعلومات تتناسب مع ناتج التفعيل الذي قام به هذا المشبك، أي نتائج التفاعل الذي تم بين المشبك والمعلومة، ونتج عنه قبول هذه المعلومة في المشبك. وتتناسب مع خطأ العصبون، أي أن الإضافة تقوم علي أساس نتائج التفعيل مع المشبك وخطأ العصبون.

إن طريقة التصحيح هذه تتناسب:

١- مع الطرق الرقمية النازلة: بإعطاء المعلومة رقما كوديا كشفرة للمشبك ليستجيب لها.

٢- مع عملية إيجاد المُعَامِل، أي الرابط الذي يربط بين القيم التي تؤمنها الشبكة والقيم المنتظرة، أي الرابط بين القيم التي تحققها الشبكة فعلا، والقيم التي يُنتظر منها تحقيقها.

---

(١) قاموس العلوم المعرفية:٤٠١

يقول غي عنه "التعلم الإشرافي: يقيم وزنا للفرق بين استجابة الشبكة وبين الاستجابة المنتظرة. بعامة، يُستعمل هذا الفرق في تغيير الحمولات المشابكية بهدف تقليص الخطأ ... يضيف لكل حمولة مشابكية كمية تتناسب مع ناتج التفعيل الذي قام به هذا المشبك ومع خطأ العصبون. نستطيع القول إن هذه التقنية تتناسب مع التقنيات الرقمية النازلة وتمكن هذه التقنيات من إيجاد المُعامل (الأقصى والأدنى، المستقيم الخط أو المعوج الخط) الذي يربط بين القيم التي تؤمنها الشبكة والقيم المنتظرة." [1]

التعلم غير الإشرافي:

"لا يستعمل إلا المعلومة الموجودة علي مستوى الخلايا." [2] التعلم غير الإشرافي لا يستخدم إلا المعلومة الموجودة سلفا علي مشابك الخلايا؛ فلا تقوم الخلية بالإشراف علي المعلومة؛ لعدم الحاجة إلي عملية الإشراف فهي تتم بصورة تلقائية.

ثالثا: تصور تيرنس دبليو ــ ديكون

يعرض ديكون تصوره عن العلاقة بين الشبكة العصبية وعملية التعلم، فيقارن بين الشبكة العصبية والروابط البيولوجية لفهم عملية التعلم. وقدرتها علي تعديل روابطها العصبية، والتكيف مع المعلومة التي يريد الإنسان أن يتعلمها.

أ) قدرة الروابط العصبية علي التعديل والتكيف:

ذكر ديكون مصطلح الشبكات العصبية، وأشار إلي أنه تصور صنعه العلماء لفهم عملية التعلم، وتفسير ما بين الخلايا العصبية من روابط تسمى التشابكات العصبية تقوم بعمليات منها التواصل بين الخلايا وتخزين المعلومات، ولها دورها الكبير في عملية التعلم.

يقابل ديكون بين الشبكة العصبية والروابط البيولوجية (العقد) الموجودة بين الخلايا العصبية. قائلا "إن ما يجعل سلوك مثل هذه الشبكات مثيرا للاهتمام، ومماثلا لنظائره البيولوجية هو أن بالإمكان تشغيلها بحيث يمكن لجميع الروابط الموجودة بين العقد أن تتعدل وفقا لعلاقاتها المشتركة مع أنماط معينة من المدخلات والمخرجات"[3]

---

(١) قاموس العلوم المعرفية: ٤٠١

(٢) قاموس العلوم المعرفية: ١١٥

(٣) الإنسان . اللغة . الرمز: ٢٣٨

إن ما يجعل هذه الشبكة العصبية مطابقة لما عليه الخلايا العصبية من ترابط وتواصل في واقعها الطبيعي/ البيولوجي، فتصبح الشبكة العصبية مماثلة للنظائر البيولوجية للخلية العصبية؛ هو **قدرة الروابط العصبية عند التشغيل علي التعديل والتكيف**، تبعا لأنماط معينة من المدخلات والمخرجات، أي أن هذه الروابط يمكنها أن تعدل من نفسها وتتكيف حسب المعلومات الداخلة إليها والخارجة منها. كما يحدث في المقابل المتصور (الشبكة العصبية) من تعديل بين العقد وفقا لمؤثرات تؤثر علي تلك العقد من خلال المدخلات والمخرجات.

ب) دور الشبكة العصبية في عملية التعلم:

إذا كنا قد أكدنا علي قدرة الروابط العصبية علي تعديل نفسها والتكيف تبعا لأنماط معينة من المدخلات والمخرجات؛ فإننا نسأل ماذا تفعل الشبكة العصبية مع كل تعديل وتكيف؟

إذا حدث أي تعديل في الروابط بين الخلايا العصبية بحيث تقوى أو تضعف العقد أي الرابط بين الخلايا؛ فإن الشبكة العصبية تعدل من نفسها لتتكيف مع القادم إليها من معلومات من خلال المدخلات؛ فتقابل بين المعلومة الداخلة إليها وبين المعلومة الخارجة منها، وهذه العملية تماثل ما يحدث في عمليتي التعلم والتدريب، حيث يقوم المتعلم أو المتدرب بتكرار المعلومة، وتقوم الشبكات العصبية بتقبل التدريب والتعلم بصورة فورية والتكيف مع هذا التعديل، يقول ديكون "إذا أمكن تعديل قوى الرابطة الفردية بحيث تضعف أو تقوى تأثير إحدى العقد علي الأخرى، فإن سلوك الشبكة يمكنه في هذه الحالة أن يتكيف باطراد بحيث يتطابق مع قاعدة محددة تربط أنماط المدخلات بأنماط المخرجات، وهذه العملية هي النظير لعمليتي التدريب والتعلم، ويوجد مدى غير محدد لإستراتيجية محتملة لتنظيم وتدريب الشبكات."[1]

عملية التعديل والتكيف هي النظير لعمليتي التدريب والتعلم؛ فهي المقابل لهما؛ فالمرء عندما يتعلم ويتدرب؛ فإنه يقوم بتعديل وتبديل وتنظيم المعلومات التي يدونها في تشابكاته العصبية، وتمر هذه العملية بمحاولات متكررة ومتعددة يقوم بها المتعلم والمتدرب للوصول إلي مرحلة التدوين بالشبكة العصبية، لتنقل إلي الذاكرة طويلة المدى.

---

(١) الإنسان . اللغة . الرمز: ٢٣٨

ولا توجد إستراتيجية محددة لتنظيم وتدريب الشبكات. لماذا؟ لأن الشبكات نفسها في حالة تعديل وابتكار وإبداع دائم، تقوم به الشبكات لتفاجئ المتلقي بتعديل في خططها أو إستراتيجيتها في معالجة القضية، وكذلك طريقة تعلمها وتدريبها عندما تتعلم.

وهذا ما يحدث في عملية التعليم؛ ومن خلال تجربة شخصية لي كمعلم له طلاب يطلبون منه إعادة شرح جزء من الدرس، فعندما أشرع في إعادة هذا الجزء من الدرس؛ أجدوني قد غيرت إستراتيجيتي في شرح هذا الجزء من الدرس، فأعيده بطريقة جديدة؛ إن طلب الطلاب بإعادة الشرح يعني فشل إستراتيجيتي السابقة، لذا كان عليَّ تعديلها وتبديلها، ليحدث هذا التكيف في التوافق بين المعلومة واستجابة الشبكة العصبية لها.

ج) دور الشبكة العصبية في عمليتي التدريب والتعلم؟

الشبكة العصبية لديها قدرة كامنة علي الإدراك المعرفي، فهذه القدرة بطبيعتها فطرية وكامنة في الشبكة؛ تجعلنا نستطيع أن ندرك كل شيء حولنا. لهذا نكتسبه علي الفور ونضمه إلي معارفنا ويدون في شبكتنا العصبية، وهذا يفسر لنا لماذا نحن نتعلم باستمرار؛ لأن لدينا قدرة فطرية كامنة علي الإدراك المعرفي تدفعنا إلي مزيد من التعلم، بل تجعلنا نسعى وراء المعرفة في كل مكان، فندركها علي الفور نتيجة رغبتنا الداخلية للتعلم، لأن هناك بداخلنا ما يدفعنا إلي التعلم وطلب المزيد من المعرفة، فآلة الإدراك داخلنا تعمل باستمرار؛ فتطلب مادة معرفية لتعمل عليها. يقول ديكون "تكشف الشبكات العصبية المدربة عن نمط مثير للانتباه من قدرات الإدراك المعرفي"[1] أي أن ما لدينا من قدرات للإدراك المعرفي هي فطرية فينا.

فإذا كانت الشبكة العصبية لهذا الشخص مدربة علي اكتساب هذا النوع من المعارف؛ فيصبح لديها قدرة أكبر علي إدراك المعارف التي تُعْرض عليه بسرعة فائقة.

د) الأنماط التي تُدرب عليها الشبكة العصبية:

يقول ديكون "تدربت الشبكات علي:

---

(١) الإنسان . اللغة . الرمز: ٢٣٩

١ــ تصنيف مجموعة من المنبهات (تستجيب إزاءها على نحو متماثل)، وغالبا ما تقدم هذه الاستجابة نفسها عندما تقدم لها منبهات حساسة لــشيء مثل تعميم المنبه.

٢ــ تنعكس هذه الخاصة أيضا في استجابتها للتلف، إذ لو قطع المرء ما حفنة من الروابط أو جذب شريحة خارج حاسوب رقمي بشكل عفوي ... فإن النتيجة الحتمية لذلك هي فشل كارثي (التحطم) ... ونجد في المقابل لو أن شبكة مدربة تلفت بسبب إزالة عفوية لعدد من العقد أو الروابط، فإن سلوكها نادرا ما يفشل بأسلوب الكل أو لا شيء، ولكن بدلا من ذلك يضعف بشكل متزايد أداء الشبكة العصبية مع زيادة نطاق التلف." [١] هذه قدرة لا توجد إلا في الشبكة العصبية أن تعالج التلف وتعمل بطاقة أقل، لكنها لازالت تعمل.

إن التدريب والتعلم يجعلان الشبكة العصبية قادرة علي:

التصنيف: تصنيف المنبهات داخلها بعد معرفتها بها وتسجيلها؛ فيسهل استدعاؤها.

التعميم: كذلك عملية التعميم التي تشير إلي قدرة كبيرة داخل الشبكة العصبية على جمع الأشياء المتشابهة ووضعها في قسم واحد، ووضع قاعدة عامة تجمعها؛ وهو ما يعرف بالقدرة علي التعميم والتصنيف (وهي قدرة من القدرات الفطرية للمخ البشري) هذه القدرة مكنت الإنسان من وضع قواعده النحوية؛ بناءًا علي قدرته علي الاستنتاج والتعميم، بجمع المتشابه من الجمل ووضع قاعدة تجمعهم.

مقاومة التلف: كذلك القدرة على مقاومة التلف الذي يحدث في الشبكة العصبية؛ وذلك بإيجاد حلول وبدائل لمعالجة هذا التلف، وذلك من خلال قيام أجراء أخرى من الشبكة العصبية (تشابكات الخلايا المجاورة والخلية المجاورة) بالعمل الذي كانت تقوم به الأجزاء التالفة كبديل لها، ولكن بكفاءة أقل، وتلك معجزة من معجزات الخالق سبحانه وتعالى التي وهبها للشبكة العصبية، لتتمكن من أداء عملها تحت أي ظرف؛ في الوقت الذي يعجز فيه الإنسان أن يضع هذه القدرة في حاسوبه الآلي.

---

(١) الإنسان . اللغة . الرمز: ٢٤٠